

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO SÓCIO-ECONÔMICO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

ANÁLISE FRACTAL DA TAXA DE CÂMBIO DA MOEDA CHINESA, O YUAN,
CONTRA O DÓLAR AMERICANO

ANDRÉ DE MORAIS CHIARAVALLOTI

Florianópolis 2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

ANÁLISE FRACTAL DA TAXA DE CÂMBIO DA MOEDA CHINESA, O YUAN,
CONTRA O DÓLAR AMERICANO

Monografia submetida ao Departamento de Ciências Econômicas para obtenção de carga horária na disciplina CNM 5420 – Monografia.

Por André de Moraes Chiaravalloti

Orientador: Prof. Dr. Eraldo Sérgio Barbosa da Silva

Área de Pesquisa: Geometria fractal

Palavras chaves: 1. Caos

2. Geometria fractal

3. Triângulo de Sierpinski

André de Moraes Chiaravalloti

Agradecimentos

Agradeço a minha família. E ao Santo Expedito, pela graça alcançada

Resumo

Uma das dificuldades para estudar as variáveis macroeconômicas é o seu comportamento não linear. Este comportamento impossibilita o estudo dessas variáveis macroeconômicas através da ciência clássica(Newton). A possibilidade encontrada para o estudo desses sistema é a utilização da teoria o caos, que tenta de diversas formas analisar este tipo de sistema.

Esta monografia estuda a taxa de câmbio da moeda chinesa, o *yuan*, contra o dólar americano, através da teoria do caos. Discutiremos, em particular, o achado de que esta série tem um comportamento de fractal.

Índice

1.	Introdução	7
1.1.	Reavaliação do yuan	8
2.	Referencial teórico	9
2.1.	Taxa de câmbio: definição e taxa cambial fixa e flutuante	9
2.2.	Regimes de taxa de câmbio	10
2.3.	Caos: uma nova ciência	12
2.4.	Fractais clássicos	25
2.5.	Econofísica	33
2.6.	Relação entre as taxa de câmbio chinesa e o triângulo de Sierpinski	34
3.	Objetivo	36
4.	Metodologia	37
4.1.	Área de estudo	37
4.2.	Dados utilizados	45
4.3.	Análise de dados	45
5.	Resultados	46
6.	Discussão	64
7.	Conclusões	66
8.	Referências bibliográficas	68
	Apêndice	69

Lista de Tabelas

Tabela 1–Renda per capita da população da China	40
Tabela 2 – Grupos de dados analisados pelo CDA, China	46

Lista de Figuras

Figura 1 – Tempo atmosférico de Lorentz	16
Figura 2 – Atrator de Lorentz	16
Figura 3 – Foto fractal	21
Figura 4 – Perlin Noise-Face Rings	22
Figura 5 – Inter-Rings	23
Figura 6 – Geometria fractal da natureza	24
Figura 7 – Poeira de Cantor	27
Figura 8 – Floco e neve de Koch	27
Figura 9 – Gxeta de Sierpinski	28
Figura 10 – Conjunto de Mandelbrot	28
Figura 11 Triângulo de Sierpinski	29
Figura 12 – IFS para encontrar o triângulo de Sierpinski	32
Figura 13 - IFS compliness test para o agrupamento de cotações da moeda chinesa no período de 01/01/1981 a 29/12/2000	35
Figura 14 – IFS compliness test correspondente a passo 1	47
Figura 15 – IFS compliness test para o grupo de dados referente ao passo 2	48
Figura 16 – IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 3	49
Figura 17 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 4	50
Figura 18 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 5	50
Figura 19 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 6	51
Figura 20 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 7	51
Figura 21 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 8	52
Figura 22 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 9	52

Figura 23 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 10	53
Figura 24 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 11	53
Figura 25 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 12	54
Figura 26 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 13	54
Figura 27 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 14	55
Figura 28 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 15	55
Figura 29 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 16	56
Figura 30 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 17	56
Figura 31 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 18	57
Figura 32 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 19	57
Figura 33 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 20	58
Figura 34 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 21	58
Figura 35 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 22	59
Figura 36 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 23	59
Figura 37 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 24	60
Figura 38 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 25	60
Figura 39 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 26	61
Figura 40 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 27	61
Figura 41 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 28	62
Figura 42 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 29	63

1. Introdução

Desde 1994, o governo chinês mantém a taxa de cambio no valor de 8,28 *yuan* por dólar, havendo variação somente na terceira casa decimal. Com esta manutenção do valor da moeda a economia chinesa recebe críticas do governo norte-americano e da União Européia, em que afirmam: a China pratica uma forte política protecionista da indústria nacional, influenciando negativamente nas trocas comerciais, com o *yuan* desvalorizado mais baratos são produtos chineses frente aos produtos norte-americanos e europeus. O déficit comercial dos Estados Unidos com a China esteve em \$162 bilhões em 2004. O déficit total da balança comercial americana em 2004 foi de \$665.9 bilhões.

Uma relação entre a pressão realizada pelos Estados Unidos para a valorização da taxa de câmbio do *yuan* e um ajuste no sistema de negociação estrangeira da China, provocou uma alteração nas expectativas futuras dos investidores, que passaram a idealizar um cenário de valorização da moeda no curto prazo.

Segundo a revista (The Economist, maio 2005) não ocorreu valorização esperada do *yuan*. Mas, houve uma valorização de uma moeda paralela ao *yuan*, que circula no mercado financeiro de Hong Kong. Denominada como *shadow yuan*, ou *yuan* sombra, negociado *offshore* no mercado financeiro. O *shadow yuan* sofre influência das expectativas formadas pelos investidores. A formação do preço do *yuan* sombra tem uma característica mais dinâmica do que a formação do preço do *yuan* que perde esta característica com a intervenção do governo.

Para a maioria dos economistas a China possui três opções para a valorização da moeda. A primeira maneira para a valorização da moeda seria a negociação talvez de pequenas faixas de câmbio aproximando gradativamente ao dólar ou uma cesta de moeda-comum. A segunda maneira seria a exalação das faixas cambiais ou uma valorização direta na taxa cambial. A terceira opção é uma grande flutuação da taxa de cambio ou uma

valorização de 25% da taxa de cambio, possivelmente a menos provável por tornar o cenário extremamente desfavorável à China.

Em 21 de julho de 2005 o banco Popular da China (PBOC) e os conselheiros do governo do presidente chinês Hu Jintao (presidente Hu) decidiram abandonar a antiga taxa “fixa” do *yuan*/dólar. A partir desse momento o PBOC alterou o regime de taxa de câmbio “fixa” para um regime de taxa de câmbio flutuante baseado em uma cesta de moedas correntes, que incluem o dólar, o euro e o yen. A composição exata desta cesta de moedas correntes é ainda desconhecida. Como parte do deslocamento, ao *yuan* foi permitido apreciar aproximadamente de 2%, sendo que a taxa foi de 8.28 *yuan*/dolar para 8.11.

2. Referencial teórico

2.1. Taxa de Câmbio: definição e taxa cambial fixa e flutuante

Câmbio é a operação de troca de moeda de um país pela moeda de outro país. A taxa de câmbio é definida como o preço em moeda nacional necessária para adquirir uma unidade de moeda estrangeira. Segundo Carvalho e Silva (2000), a taxa de câmbio é uma variável econômica importante porque intermédias todas as transações entre residentes e não-residentes de um país. Todas as contas do balanço de pagamentos são influenciadas pela taxa de câmbio, cujas alterações afetam exportações, importações, entradas de capitais estrangeiros, rentabilidade de aplicações no exterior, volume de reservas, etc.

Existem dois extremos de taxa de câmbio: câmbio fixo e câmbio flutuante, entre esses existem n sistemas de taxa de câmbio. No caso do regime com taxa de câmbio fixa, o Banco Central vende e compra moeda estrangeira de tal maneira a manter a taxa de câmbio no nível anunciado pelo próprio Banco Central. Conforme, Mankiw (1999), o núcleo do sistema de taxa de câmbio fixa é a capacidade do banco central em ofertar moeda para ajustar um nível que assegure que a taxa de câmbio de equilíbrio iguale à taxa de câmbio anunciada. Assim, a política monetária é inócua, a taxa de juros não consegue desempenhar nenhum papel para ativar a economia, já que em nome do regime, a autoridade monetária tem que assegurar o equilíbrio no mercado de câmbio à paridade fixada entre moeda nacional e estrangeira. O aumento do nível de renda por meio de expansão monetária provoca apenas déficit no balanço de pagamentos e, portanto não há sentido em falar em regime de meta de inflação.

A principal vantagem atribuída a esse regime em países com inflação elevada é que a taxa de câmbio fixa poderia ser utilizada com âncora para estabilidade de preços. Porém, o regime de câmbio fixo puro tem uma problemática intrínseca a seu arranjo. Ele depende do crescimento das reservas, porém estas não podem crescer infinitamente. A diminuição

das reservas deixa o regime vulnerável a inúmeros ataques especulativos até que seu esgotamento leve a uma crise no balanço de pagamentos o que força o abandono do regime.

No caso das taxas flutuantes, a taxa de câmbio de um país e a renda nacional é determinada pela interação dos mercados de ativos e de bens e serviços. No caso da flutuação pura, as taxas de câmbio são completamente flexíveis. O Banco Central é que determina a oferta de moeda de modo que a taxa de câmbio se ajuste de forma compatível com equilíbrio do mercado cambial. Nesse regime a política monetária é ativa sendo utilizada para manter o pleno emprego e o nível de preços estável, sendo essa a principal vantagem. Porém a principal desvantagem refere-se à instabilidade em virtude da maior volatilidade e ao desalinhamento da taxa de câmbio, ou seja, o afastamento em relação à taxa de equilíbrio. As maiores flutuações das taxas podem desestabilizar os fluxos financeiros, ao ampliar a incerteza, o que se traduz em expectativas negativas podendo levar a redução de investimento do país.

A desvalorização cambial (ou depreciação) torna o produto doméstico mais barato relativamente aos produtos estrangeiros, podendo estimular as exportações e restringir as importações, pois torna os produtos estrangeiros mais caros no mercado interno. Em um cenário de apreciação cambial o produto externo torna-se mais barato, aumentando o comércio de produtos importados.

2.2.Regimes de taxa de câmbio

2.2.1.Regimes Intermediários

O *crawling peg* (deslizamento cambial) é uma variante de regime cambial que mais se aproxima do câmbio fixo. A fixação da taxa de câmbio assim como no câmbio fixo é responsabilidade do Banco Central e não do mercado que compra moeda no mercado

cambial de tal forma a sustentar as minidesvalorizações cambiais. O objetivo do regime é usar o câmbio como âncora progressiva dos preços domésticos. Os países sob esse arranjo fazem com que suas moedas “movam-se paulatinamente” (crawl) em relação ao dólar ou outra moeda estrangeira de referência de países/regiões desenvolvidos. Sob esse arranjo, o regime de metas monetárias não funcionaria, pois a política monetária não é autônoma, ela é endógena ao sistema; os juros, portanto são passivos.

2.2.2. Bandas de Flutuação

Esse regime corresponde ao degrau seguinte à flexibilização. Ele é um arranjo misto entre o flutuante e o fixo. É um regime em que há uma paridade central e um intervalo de flutuação, onde a autoridade monetária tem obrigação de intervir apenas quando a taxa de mercado atinge as extremidades da banda. No interior do intervalo, é o mercado quem determina a taxa de câmbio. Enquanto a taxa de câmbio estiver dentro do intervalo estipulado, sua determinação segue o sistema flutuante; atingidos esses limites o Banco Central age como se fosse um sistema de câmbio fixo. Quanto maior a banda de flutuação, mais próxima esse regime está do flexível e a vantagem seria que estão menos sujeitos os ataques especulativos. Nesse sentido, chamaremos a política monetária de semi-autônoma, pois, no interior da banda o mercado é quem determina a taxa de câmbio e os juros podem ter um papel ativo.

2.2.3. Zonas Alvo

Teoricamente, a intervenção do Banco Central no mercado cambial não deveria ser usual, só deveria ocorrer quando houvesse muita volatilidade, e desalinhamentos prolongados na taxa de câmbio. A atração deste regime é que em teoria ele promete conciliar a estabilidade da taxa de câmbio com uma política monetária autônoma.

Para que esse regime seja efetivo, a autoridade monetária tem o compromisso de intervir no mercado de câmbio quando a taxa atinge as extremidades da zona alvo, porém é um arranjo que depende bastante das expectativas dos agentes econômicos.

2.2.4 Flutuação Suja ou Administrada

A diferença para o regime de zona alvo é mínima. O Banco Central também intervém para evitar a volatilidade excessiva da taxa de câmbio, porém não para evitar desalinhamentos prolongados no câmbio. É o sistema mais próximo ao câmbio flutuante puro onde o mercado determina a taxa de câmbio. O Banco Central não precisa de divisas, somente no caso de quando houver volatilidade excessiva. Nesse sentido, esse arranjo condiz com uma política monetária autônoma e um sistema de metas de inflação desde que o Banco Central faça intervenção no mercado de câmbio apenas em casos de extrema necessidade, isto é de extrema volatilidade.

2.3. Caos: uma nova ciência

A partir de William de Ockham (Guilherme de Occam), em sua teoria conhecida por Navalha de Occam, onde *"...as melhores teorias são as mais simples"...* ou *"...pluralidades não devem ser postas sem necessidade..."*, ou ainda *"(sic) ...pluralitas non est ponenda sine neccesitate..."*, *...a natureza é econômica*, isto é, *sempre quando houver dois caminhos que levam à verdade, vale o mais simples...*, a ciência passou a utilizar um método lógico e simples para chegar às consideradas então *verdades científicas*, o que futuramente teria que ser revisto.

2.3.1. Galileo, Newton e Laplace

Galileo Galilei introduziu algumas das bases da metodologia científica presas à simplicidade da obtenção de resultados. Grandes foram os avanços possibilitados por esse cientista, uma vez que valores determinísticos das ciências começavam a serem observados.

Já com Isaac Newton, houve o surgimento da chamada Mecânica Clássica, e os movimentos dos corpos puderam ser equacionados, diversas formas de rotações espaciais foram observados e quantificados. O que se apresenta com Newton é a forma determinística de se contemplar um problema, uma vez que a causa do movimento, bem como a natureza das massas (sejam fluidas, movimentadas por cisalhamento de planos, bem como sólidos rígidos movimentados pelo contato) e a consequência desse movimento no tempo. O cálculo deve-se muito a esse expoente, visto que uma matemática mais sofisticada era necessária nesse momento.

É nesse panorama que começaram a aparecer algumas dúvidas com relação ao posicionamento de um objeto qualquer no espaço, tomados os referenciais inerciais (uma vez que os movimentos relativísticos que demandam tempos-próprios eram desconhecidos) e a equação diferencial que rege o comportamento dinâmico do objeto no domínio do tempo.

Porém, ao se acrescentar mais corpos massivos para as determinações de posições, começaram a ocorrer certos desvios imprevisíveis. Newton traduziu estes desvios ou efeitos através de equações diferenciais que mostravam que o sistema em sua evolução caminhava para a formação de um sistema de equações diferenciais não lineares, ou seja, os corpos, bem como seus movimentos não tinham relações de vínculo e não podiam ser contemplados de uma maneira determinística e causal.

Ao se encontrar no estudo do sistema gravitacional equações diferenciais não lineares, estas se tornavam impossíveis de resolução.

Laplace afirmou que “...(sic) *uma inteligência conhecendo todas as variáveis universais em determinado momento, poderia compor numa só fórmula matemática a unificação de todos os movimentos do Universo.*”

Conseqüentemente deixariam de existir para esta inteligência o passado e o futuro, pois aos seus olhos todos os eventos seriam resultantes do momento presente.

Laplace, por sua vez, inovou a Mecânica Clássica quando possibilitou o conhecimento das pequenas oscilações e movimentos com amplitudes bastante reduzidas, fato esse que trouxe discussões importantes na academia científica da época, uma vez que os outrora movimentos vibratórios, “obscuros”, complicados de serem quantificados e entendidos começaram a ser observados com mais rigor. Esse estudioso desenvolveu um novo domínio para os movimentos, que seria feito agora na frequência, e apresentou uma nova ferramenta no intuito de se desvendar formas de previsão e controle desses movimentos.

Perseguindo a harmonia da física de então, na busca de uma resposta para a unificação da natureza, Laplace formulou e desenvolveu os princípios da teoria das probabilidades, trabalhou nas equações diferenciais, criou a transformada de Laplace e a equação de Laplace

2.3.2. Caos

“ Onde começa o caos, a ciência clássica para.” (pg 3, James Gleick, Caos). O lado descontínuo, incerto e irregular.

A teoria do caos inicia-se em uma simulação determinística. Em 1960 o meteorologista e matemático Edward Lorenz gerou em seu computador um tempo atmosférico. As condições atmosféricas criadas no computador eram realizadas através de equações que representavam relações entre temperatura e pressão, entre pressão e velocidade

do vento. O determinismo nesse sistema é que dadas as condições iniciais (equações determinísticas de Lorenz) é possível escrever toda trajetória do sistema: sistema linear.

“Graças ao determinismo da física tais modelos tinham como certo que, do presente para o futuro, as leis do movimento proporcionavam uma ponta de certeza matemática, compreendendo as leis, compreendia-se o universo.”(pg10, James Gleick, caos)

A cada minuto a máquina marcava a passagem de um dia, imprimindo uma série de números numa página. A leitura desses números representava ciclones, ventos que mudavam de direção, variações de pressão, oscilações de chuva, etc...

Lorenz tomou um atalho, em lugar de refazer toda seqüência, ele começou pelo meio, digitou os números diretamente na impressão. Essa nova seqüência possuía as mesmas condições que a simulação passada, mas Lorenz viu seu tempo divergindo tão rapidamente do padrão da última seqüência que, em poucos meses, toda semelhança desaparecera. Solução impossível porque ele usou um sistema de equações lineares. E dado um ponto de partida, as condições meteorológicas se desenvolveriam de mesma maneira.

O problema encontrado por Edward Lorenz estava nos números digitados no computador, o programa armazenava até a sexta casa decimal (0,506127), mas na nova impressão de Lorenz ele digitou até terceira casa decimal (0,506).

Mas isso não seria um problema. A partir do consenso newtoniano “dado um conhecimento aproximado das condições iniciais de um sistema e um entendimento da lei natural, pode se calcular o comportamento aproximado do sistema” (James Gleick, Caos pg 12). Influências muito pequenas não afetam o determinismo o sistema.

Essa mudança não passava de um efeito de uma brisa no tempo atmosférico de Lorenz. Mas, no sistema específico de equações de Lorenz, os pequenos erros mostravam-se catastróficos.



Figura 1 – Tempo atmosférico de Lorenz.

Fonte: library.thinkquest.org/.../img-bin/lorenz.gif

Partindo quase do mesmo ponto, Edward Lorenz viu em seu computador de previsão do tempo padrões que se distanciavam cada vez mais, até que toda semelhança desaparecesse (Figura 1).

“A razão disso era o Efeito Borboleta. Os erros e as incertezas se multiplicam, formando um efeito ascendente através de uma cadeia de aspectos turbulentos, que vão de demônios de poeira e tormentas até redemoinhos continentais vistos por satélites.” (James Gleick, Caos , pg18)

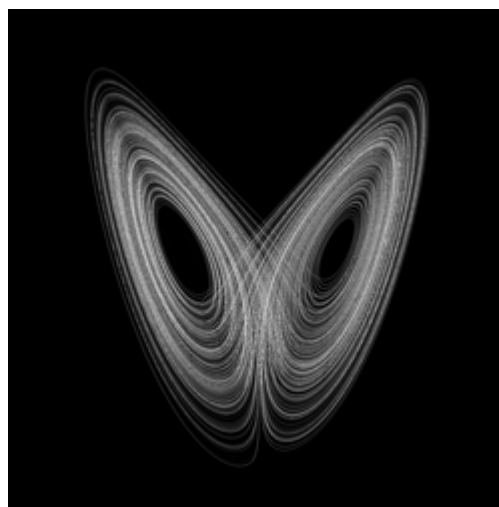


Figura 2 – Atrator de Lorenz.

Fonte: chtr.colorado.edu/.../lorenz.3d.glitz.gi

“Ao observarmos os resultados dos estados das Equações de Lorenz e os representarmos num gráfico tridimensional, observaremos que haverá uma convergência em direção a um atrator tridimensional(figura 2)” (enciclopédia virtual Wikipedia).

‘Como o sistema nunca se repete exatamente, a trajetória nunca se cruza. Em lugar disso, faz *loops* elíptica . O movimento do atrator é abstrato, mas transmite o sabor do movimento do sistema real. Por exemplo, o cruzamento de uma asa do atrator para a outra corresponde a uma inversão na direção da rotação da roda d’água ou do fluido em convecção (Figura 2) (Gleick, Caos , PG,25)

A partir do pressuposto do efeito borboleta, com um nome técnico de dependências sensíveis das condições iniciais, Lorenz percorre outro caminho na física, inicia o estudo do sistema complexo, sistemas não lineares. É como jogar um jogo de tabuleiro e em cada jogada os caminhos variam. *São aperiódicos* onde os padrões não se repetem, impossíveis de serem somados, multiplicados, etc... é improvável encontrar uma solução numérica. Não são passíveis de previsibilidade.

Mas a regularidade está tão difundida na ciência que os movimentos não lineares são deixados de lado. No entanto, Lorenz encontrou complexidade e não linearidade nos sistemas mais simples como a convecção e a roda d’água de Lorenz, tornando o estado do caos uma ciência válida para análise dos sistemas reais.

“Talvez um computador suficientemente potente pudesse constituir-se na inteligência suprema imaginada por Laplace, o filósofo matemático do século XVIII que, mais do que ninguém, foi atacado pela febre newtoniana: “Essa inteligência” escreveu ele “abarcaria na mesma fórmula os movimentos dos maiores corpos do universo e os do menor átomo; para ela, nada seria incerto, e o futuro, como o passado, estaria presente aos seus olhos”. Nesses dias da relatividade de Einstein e da indeterminação de Heisenberg, Laplace chega quase

parecer ridículo em seu otimismo, mas grande parte da ciência moderna vem perseguindo seu sonho. Implicitamente, a missão de muitos cientistas do século XX- biólogos, neurologistas, economistas tem sido decompor o universo em atomos mais simples, que obedecem a regra científicas. “Os economistas, como os biólogos, ocupavam-se de um mundo de seres vivos e dotados vontade. Os economistas estudavam a mais evanescente de todas as criaturas” (James Gleick, *Caos*, pg 81) -. Em todas essas ciências, uma espécie de determinismo newtoniano tem influído.

2.3.3. Geometria Fractal

Os economistas supunham que os preços de uma mercadoria, como o algodão, dançavam segundo duas músicas diferentes, uma ordenada e outra aleatória. Em longo prazo, os preços seriam impulsionados regularmente pelas forças naturais da economia - a ascensão e queda da indústria têxtil da Nova Inglaterra, ou a abertura para busca de novos mercados. Na curva de curto prazo, os preços oscilariam de forma mais ou menos aleatória. O modelo padrão para traçar a variação de preço era, a distribuição gaussiana, que é uma curva em forma de sino. No meio, onde se projeta a corcova do sino, a maioria dos dados se situa em torno da média. Dos lados, os extremos mais baixo e mais altos caem rapidamente.

Benoit Mandelbrot era matemático e andara estudando a distribuição das grandes e pequenas rendas. E Houthakker, professor de economia, estudava a variação do preço do algodão. Há semelhanças entre os gráficos que eles construíram (Mandelbrot-renda; Houthakker-preço do algodão): nem um dos dois correspondia a uma distribuição gaussiana, não correspondiam a suas expectativas. Havia um número demasiado grande de saltos. A maioria das variações de preço era pequena, mas a razão entre as pequenas e grandes mudanças não era tão alta quanto eles esperavam. A distribuição não baixava com rapidez suficiente. Tinha uma longa cauda.

B. Mandelbrot, passou a analisar os preços do algodão. Os registros eram completos, uma fonte ideal de dados que remontava um século ou mais.

“ As variações de preços são partilhadas de alguns artigos de fé. Um deles era a convicção de que as pequenas e transitórias variações nada tinham em comum com as grandes mudanças de longo prazo. As variações rápidas ocorriam aleatoriamente. Os altos e baixos em pequena escala, durante as transações de um dia, são apenas ruído imprevisível e desinteressante. Já as mudanças de longo prazo, são totalmente diferentes. As amplas oscilações de preços durante meses, ou anos, ou décadas são determinadas por profundas forças macroeconômicas, tendências de guerra ou recessão, forças que devem, em tese, levar a um entendimento. De um lado, o zumbido da variação a curto prazo, do outro, o sinal da modificação a longo prazo” (James Gleick, *Caos*, pg 82).

Essa dicotomia não tinha um lugar na imagem da realidade que Mandelbrot estava desenvolvendo. Em vez de separar as pequenas e grandes mudanças, sua imagem se juntava, a simetria encontrada por Mandelbrot era entre as pequenas e grandes escalas.

“Os números processados por Mandelbrot produziam aberrações do ponto de vista da distribuição normal e produziam simetria no ponto de vista da escala. Cada variação de preço era randômica e previsível. Mas a sequência de variações era independente da escala: as curvas para as variações diárias correspondiam perfeitamente. O grau de variação permanecia constante durante um tumultuado período de 60 anos, que viu duas guerras mundiais e uma depressão”(pg 82 *Caos* , James Gleick).

“As dimensões fracionadas tornaram-se uma maneira de medir propriedades, Mandelbrot especificou maneiras de calcular dimensões fracionadas dos objetos reais, levando em conta alguma técnica de construção de uma forma, ou alguns dados, e fez com sua geometria uma afirmação sobre os padrões irregulares que estudara na natureza: a de que

o grau de irregularidade permanece constante em diferentes escalas. O mundo exhibe, uma irregularidade regular”.(caos, pg93, James Gleick)

Estudos dos padrões irregulares nos processos naturais e sua investigação de forma infinitamente complexa têm um ponto incomum. Uma característica de auto-semelhança. A auto-semelhança é a simetria através das escalas. Significa recorrência, um padrão dentro do outro, produzem o detalhe em escalas cada vez menores, como também produzem o detalhe em certas medidas constantes.

O termo fractal provém da palavra latina *fractus* que significa fragmentado, irregular, partido, e foi definido no final da década de 70 pelo matemático Benoit Mandelbrot, para descrever os sistemas com dimensão fracionária. São encontradas na natureza diversas formas geométricas, as quais são difíceis de serem descritas pela geometria tradicional Euclidiana, através de linha, círculos, esferas, etc; suas formas apresentam uma maior complexidade, que necessita de uma nova linguagem para descrevê-las, a Geometria Fractal. Afinal, como Mandelbrot (1982) observa, “*nuvens não são esferas e montanhas não são cones* (Figura 3)”.



Figura 3 – Foto Fractal

Fonte: Autor Tiago Pastoreli Castro(Piu)

2.3.4 Exemplos de Fractais

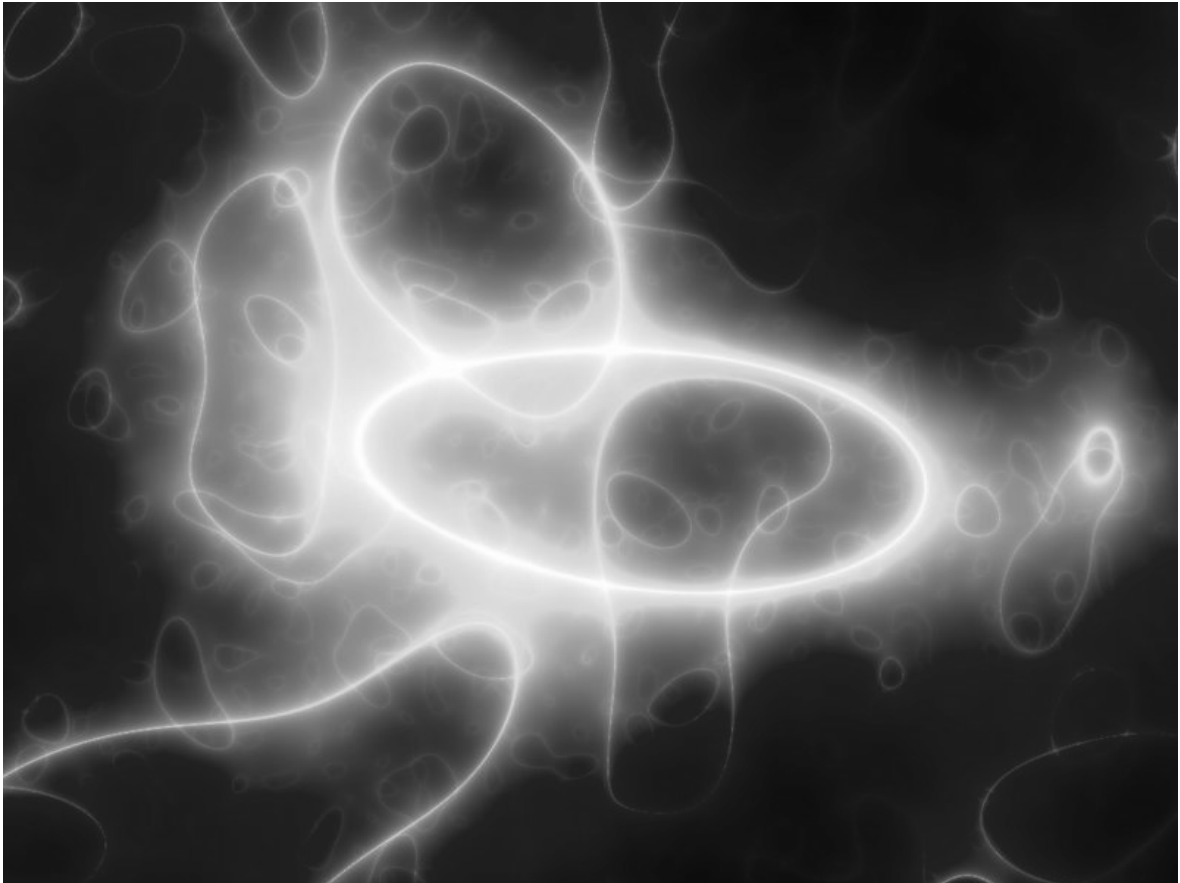


Figura 4 –Perlin Noise-Face Rings

Fonte: <http://www.insite.com.br/fractarte/galeria2/galeria.php>

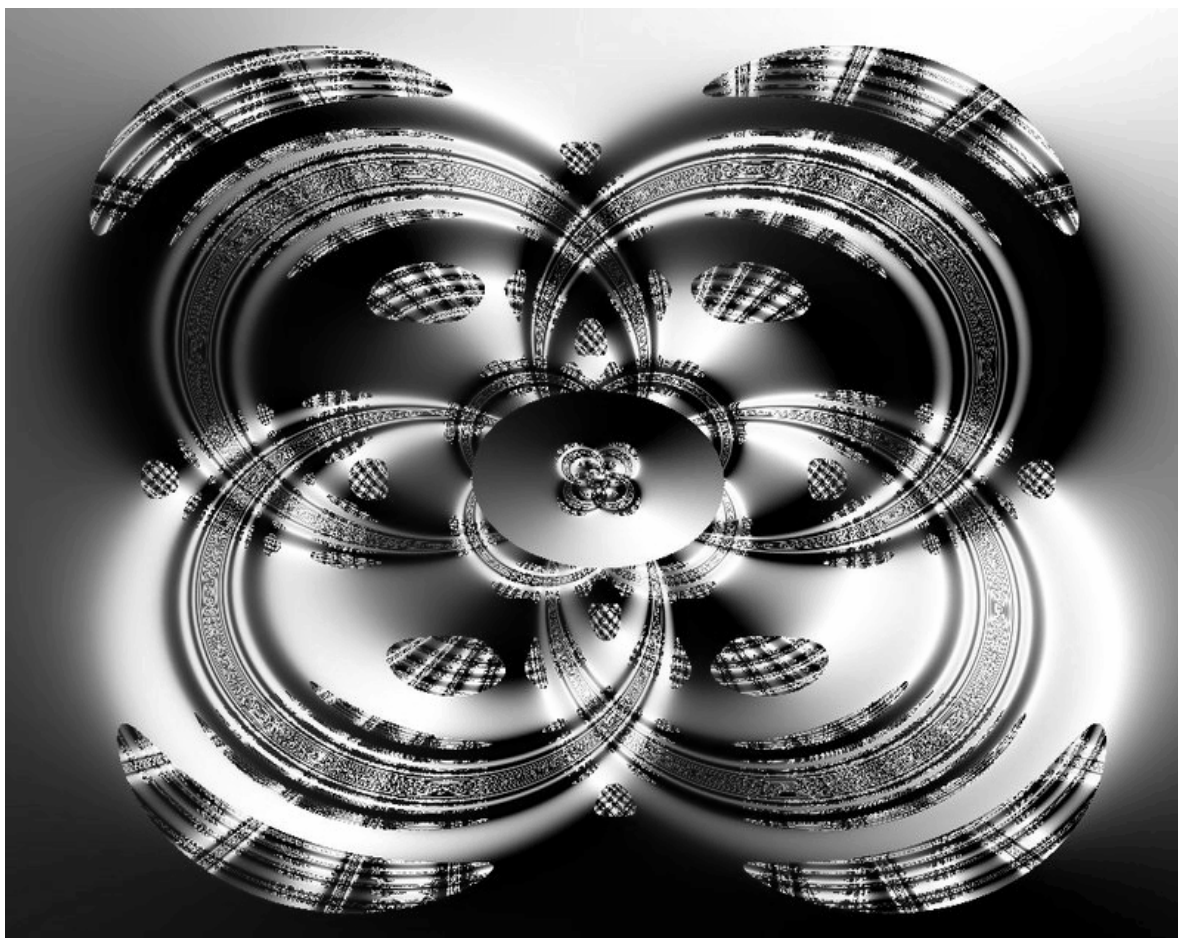


Figura 5 - Inter-Rings

Fonte: <http://www.insite.com.br/fractarte/galeria2/galeria.php>

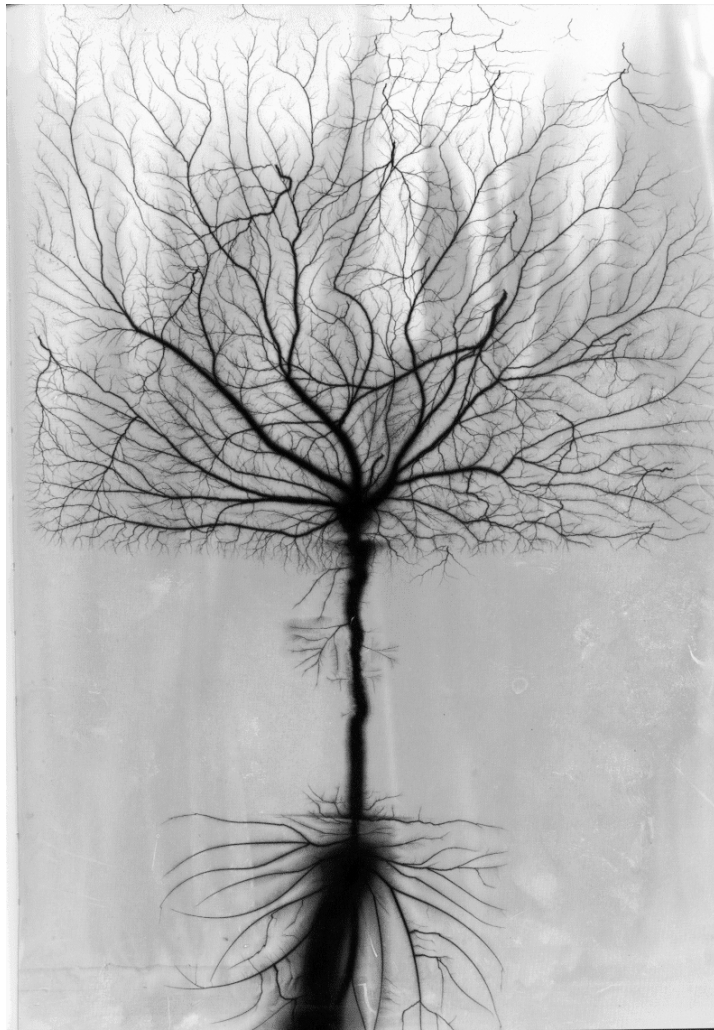


Figura 6 - Geometria fractal da natureza

Fonte: <http://www.insite.com.br/fractarte/galeria2/galeria.php>

Sistemas aperiódicos típicos da natureza e da sociedade, como a turbulência dos fluídos, variações da economia, transformações metereológicas, crescimento de populações, o crescimento de uma planta, a geometria das montanhas que resulta de atividades tectônicas e erosão, e muitos outros fenômenos que escapam das famosas condições normais de temperatura e pressão, e apresentam algumas propriedades básicas: não-linearidade, complexidade e fractalização, tais fenômenos podem ser descritos através de determinadas formas estruturais, definidas a partir de regras precisas procedentes de comportamentos aparentemente aleatórios e imprevisíveis. Os sistemas que variam com certa aleatoriedade, assim como aqueles que variam com o tempo de forma determinística, são ambos tecnicamente conhecidos como sistemas dinâmicos; e na visualização do comportamento de tais sistemas surgem formas de fractais.

2.3.5. Auto-similaridade

Ao analisarmos um fractal, verificamos que ao escolhermos determinadas partes e ampliando-as, são idênticos ao sistema fractais como um todo, temos assim fragmentos geométricos similares repetindo-se de tal forma, que se mantêm invariantes em qualquer escala, a esta propriedade geométrica de manter seu formato independentemente da ampliação, denominou-se auto-similaridade.

2.4. Fractais clássicos

Os fractais podem ser divididos em três grupos principais. Esses grupos são determinados de acordo como o fractal é formado ou construído:

- **Sistema de funções iteradas** — Estas possuem uma regra fixa de substituição geométrica. Conjunto de Cantor (figura 7), Triângulo de Sierpinski (figura 11), Gaxeta de Sierpinski (figura 9), curva de Peano, floco

de neve de Koch,(figura 8) , esponga de Menger, são alguns exemplos deste tipo de fractal.

- Fractais definidos por uma relação de repetição geométrica em cada ponto do espaço. Exemplos deste tipo são o conjunto de Mandelbrot(figura 10) e o fractal de Lyapunov. “Estes também são chamados de **fractais de fuga do tempo**”(enciclopédia virtual Wikipédia.)
- “**Fractais aleatórios**, gerados por processos estocásticos ao invés de determinísticos, por exemplo, terrenos fractais e o voo de Lévy”(enciclopédia virtual wikipédia).

Os fractais também podem classificados de acordo com o tipo de auto-similaridade.

Existem três tipos de auto-similaridade encontrados em fractais:

- Auto-similaridade exata:. O fractal é idêntico em diferentes escalas. Fractais gerados por sistemas de funções iterativas geralmente apresentam uma auto-similaridade exata.
- Quase-auto-similaridade:Com grau de fidelidade menor. Fractais quase-auto-similares contém pequenas cópias do fractal inteiro de maneira distorcida ou degenerada. Fractais definidos por relações de recorrência são geralmente quase-auto-similares, mas não exatamente auto-similares.

Auto-similaridade estatística: O fractal possui medidas numéricas ou estatísticas que são preservadas em diferentes escalas. As definições de fractais geralmente implicam em alguma forma de auto-similaridade estatística (mesmo a dimensão fractal é uma medida numérica preservada em diferentes escalas). Fractais aleatórios são exemplos de fractais que possuem auto-similaridade estatística

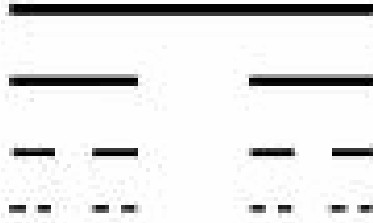


Figura 7 –Poeira de Cantor.

Fonte GRÁFICO PG 88, Caos James Gleick

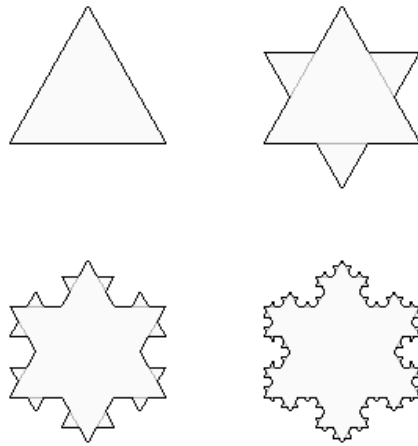


Figura 8- Floco de neve de Koch.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Fractal>

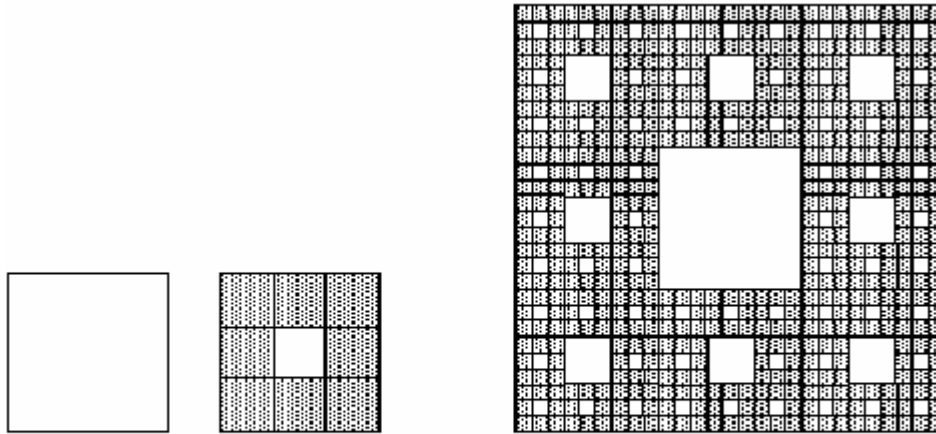


Figura 9 - Gaxeta de Sierpinski

Fonte local.wasp.uwa.edu.au/~pbourke/fractals/gasket/

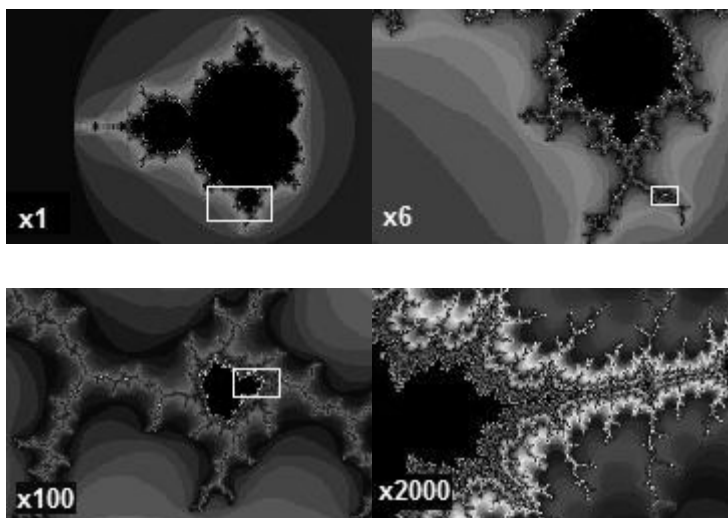


Figura 10 - Conjunto de Mandelbrot

<http://en.wikipedia.org/wiki/Fractal>

2.4.1. Triângulo de Sierpinski

O **Triângulo de Sierpinski** é uma figura geométrica obtida através de um processo recursivo. Ele é uma das formas elementares da geometria fractal por apresentar algumas

propriedades, tais como: ter tantos pontos como o do conjunto dos números reais; ter área igual a zero; ser auto-semelhante (uma sua parte é idêntica ao todo); não perder a sua definição inicial à medida que é ampliado. Foi primeiramente descrito por Waclaw Sierpinski (1882 - 1969), matemático polonês.

2.4.1.1. Construção

Uma das maneiras de se obter um triângulo de Sierpinski é através do seguinte algoritmo:

1. Comece com qualquer triângulo em um plano. O triângulo de Sierpinski canônico utilizava um triângulo equilátero com a base paralela ao eixo horizontal, mas qualquer triângulo pode ser usado (ver primeira figura).
2. Encolha o triângulo pela metade (cada lado deve ter metade do tamanho original), faça três cópias, e posicione cada triângulo de maneira que encoste nos outros dois em um canto (ver segunda figura).
3. Repita o passo 2 para cada figura obtida, indefinidamente (ver a partir da terceira figura).

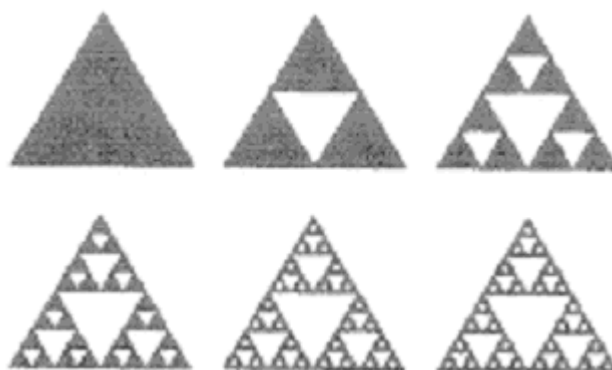


Figura 11 - Triângulo de Sierpinski

fonte: site Vitoriamx

2.4.1.2. Propriedades

O triângulo de Sierpinski possui uma dimensão de Hausdorff de aproximadamente 1,585 ($\log(3)/\log(2)$). Isso acontece porque essa é uma figura formada por três cópias de si mesma, cada uma reduzida por um fator de $1/2$.

Também existe uma relação com o triângulo de Pascal. Montando o triângulo de pascal com 2^n linhas, e pintando os números pares de branco e os ímpares de preto, a figura obtida será uma aproximação do triângulo de Sierpinski.

A área de um triângulo de Sierpinski é zero. Isso pode ser percebido quando observamos que, a cada iteração, a área da figura obtida foi reduzida em 25% em relação a área da figura original.

2.4.1.3. Sistema de funções iteradas (Iterated function system - IFS)

Podem ser modelados em computadores que usam algoritmos recursivos. É o método de construção o fractal concebido no seu presente por John Hutehnson em 1981.

Fractais IFS, como são normalmente chamados, podem ter n números de dimensões, mas no computador são desenhados em duas dimensões (Limitação natural). O fractal é a solução para o ajuste de equação recursiva. O fractal é construído a partir de várias cópias dele mesmo, cada cópia sendo transformada por uma função (portanto “sistema de função”). As funções normalmente são *contractive* (se contraem), isso significa que os pontos irão se aglutinando na tela e a cada mudança de função eles vão ficando mais próximos e fazem formas menores. Portanto a forma de fractal IFS é feita por possíveis cópias menores dele mesmo, cada qual é feita cópia dele mesmo até o infinito. Está é a forma natural de um fractal auto similar.

Formalmente:

$$S: \bigcup f_i(S)$$

Onde

$$f_i \in \mathbb{R}^n$$

E

$$f_i : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$$

Às vezes cada função f_i pode ser linear, ou mais frequentemente uma *affine transformation* (entre dois espaços de vetores, consiste de uma transformação linear). E, portanto, pode ser representada por uma matriz. Entretanto, IFS também pode ser construída por uma função não linear, incluindo transformações projetivas e transformação Mobius.

O algoritmo mais comum para computar um Fractal IFS é chamado de “jogo do caos”. Consiste em pegar um ponto aleatório no plano e iterativamente aplicar uma das funções escolhidas ao aleatório do sistema de função e desenhando o ponto. Um algoritmo alternativo é generalizar cada possível sequência de funções, para dar o máximo de extensão, e plotar os resultados aplicando cada uma dessas sequências das funções para um ponto ou forma inicial. Cada um desses algoritmos fornece uma construção global que generaliza pontos distribuídos por todo fractal, se é desenhada uma pequena área do fractal muitos desses pontos irão cair fora da fronteira da figura. Onde um grande grau de detalhes está certamente uma pequena área do fractal, o método de construção local baseado em cálculos orbitais avançados e o destino os pontos individuais podem ser mais eficiente, embora métodos mais eficientes não são disponíveis para todos IFS.

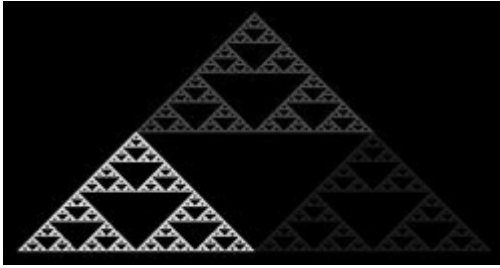


Figura 12 - IFS para encontrar o Triângulo de Sierpinski

Uma maneira alternativa de calcular o triângulo de Sierpinski usando uma função IFS é começar pelo ponto de origem ($X: 0$, $Y: 0$), a partir do ponto inicial o novos pontos são calculados, aplicando aleatoriamente umas das três coordenadas de transmissão usando o chamado “jogo do caos”

$$X_{n+1} : 0,5 X_n$$

$Y_{n+1} : 0,5 Y_n$; a cópia a metade do tamanho onde está a coordenada de transmissão, esta desenhado em amarelo na figura 12.

$$X_{n+1} : 0,5 X_n + 0,5$$

$Y_{n+1} : 0,5 Y_n + 0,5$; a cópia da metade do tamanho deslocada para direita e pra cima, onde a coordenada de transmissão usada e desenhado em vermelho

$$x_{n+1}=0,5$$

$$x_n+1$$

$y_{n+1}=0,5 y_n$; a cópia da metade do tamanho esta desloca duas vezes para direita, quando a coordenada de transmissão usada, é desenhada em azul

2.5. Econofísica

O primeiro estudo Econofísica (involuntário) foi o realizado por Mandelbrot (1967) em relação à variação do preço do algodão com uma série de 100 anos.

É natural pensar que, para se atingir *ponto crítico*, seja necessária alguma intervenção externa. Porém, às vezes essa criticalidade é atingida espontaneamente pela natureza, fenômeno denominado *criticalidade auto-organizada*.

A teoria afirma que eventos econômicos também são regidos por criticalidade auto-organizadores, pela geometria fractal (Auto similaridade) e pelas leis de potência. Explica-se que eventos econômicos com nível de variações anormais (crash de 1929), são causados por ordem natural na economia. Em mercados eficientes, o preço expresso de uma determinada variável terá poucas flutuações se não ocorrer grandes choques na demanda e oferta. Impossibilitando grandes variações de preço. Sistemas dinâmicos possuem também uma estrutura de jogo do caos. Quando oferta e demanda se encontram em mercados eficientes, o preço expressa o valor compatível com os "fundamentos" estruturais da economia. Na ausência de grandes choques de demanda e oferta, teremos que esperar apenas a ocorrência de pequenas flutuações de preço para ajustar excessos de demanda e oferta. Grandes variações de preços seriam altamente improváveis (Silva 2004). Não houve nenhum grande choque justificando bruscas alterações nos fundamentos em 19 de outubro de 1987. Mas este foi o dia de um *crash* financeiro quase duas vezes mais severo do que o colapso de 1929. O índice *Dow Jones* caiu 22% neste dia, que ficou conhecido como *Black Monday*. É impensável atribuir ao evento uma súbita alteração nos fundamentos da economia que levou, em poucas horas, a uma queda de mais de 20% nos retornos das ações. Embora haja explicações *a posteriori* que apontam para alterações dos fundamentos, estas são pouco convincentes, dada à magnitude do *crash*.

2.6. Relação entre as taxas de câmbio chinesa e o triângulo de Sierpinski

O regime de taxa de câmbio da China é unificado e de flutuação controlada, ou seja, de pouca variabilidade. O objeto fractal triangular de sierpinski, além de possuir uma simetria de escala, possui característica semelhante à taxa cambial chinesa, o caráter estocástico. Já que para encontrar as escalas existentes no triângulo, a forma de cálculo é a média aritmética da antepenúltima e penúltima variável mais a última variável dividido por dois. Como se trata de um triângulo existirá a variação em apenas três pontos do triângulo, ou seja, em cada extremidade equivale uma variável até a criação de um novo triângulo equilátero, nunca ultrapassando a área do triângulo inicial, que a partir de suas novas variáveis (três) formará um novo triângulo de escala proporcional. Estudo realizado por Sergio da Silva (ANO), no qual, a mesma forma de cálculo utilizada para o triângulo de sierpinski foi utilizada nas variações de taxa de câmbio do yuan, por este também sofrer pouco espaço de volatilidade.

Foi concluído que as variações do *yuan*, no período de 01/01/1981 a 29/12/2000, seguiram o padrão do triangulo de sierpinski, possuindo também a mesma simetria em escala como mostra a Figura 13.

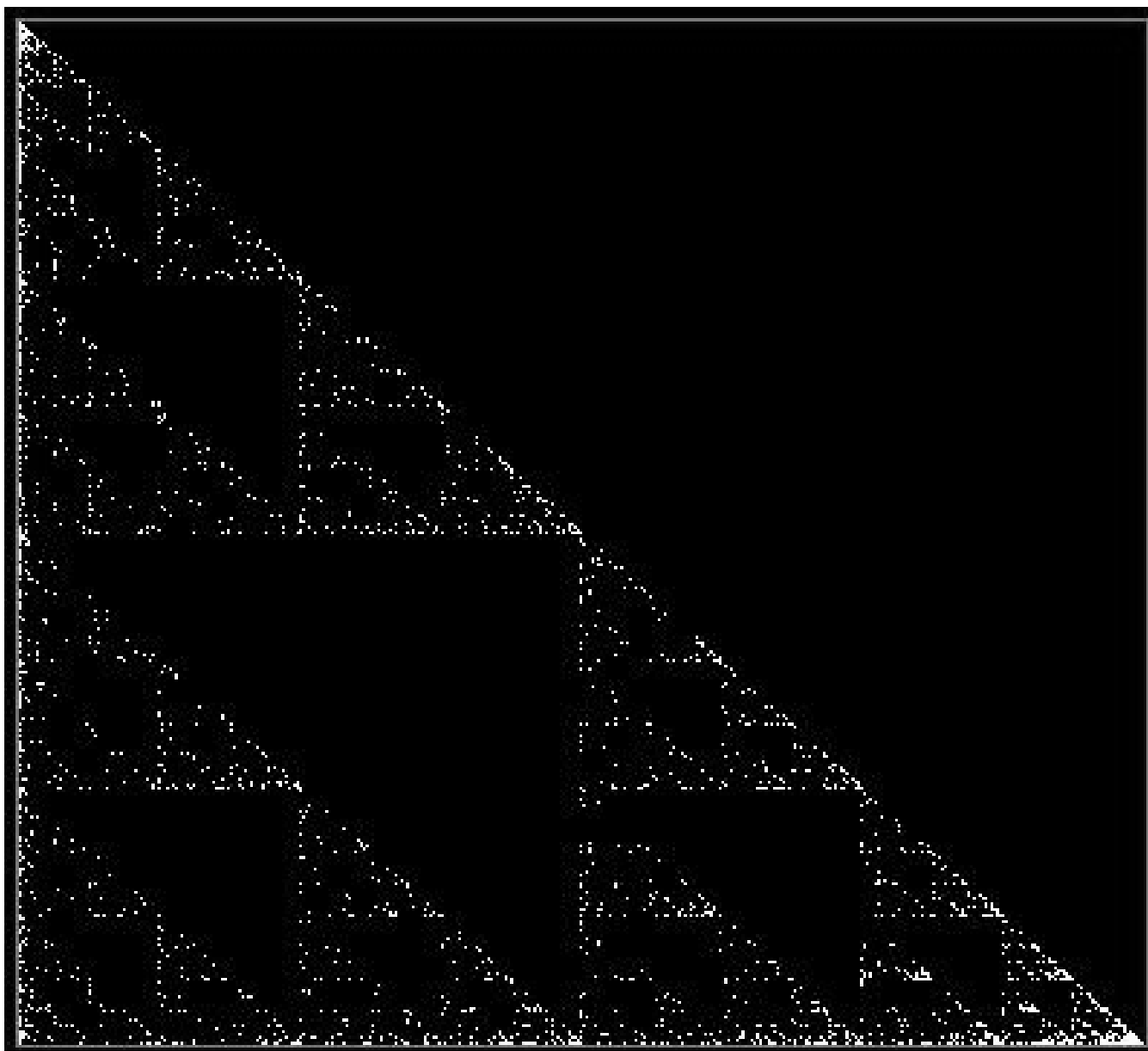


Figura 13 – IFS compliness test para o agrupamento de cotações da moeda chinesa no período de 01/01/1981 a 29/12/2000.

3. Objetivo

Verificar a validade do modelo do Triângulo de Sierpinski para descrever o comportamento da moeda chinesa, o *yuan*.

4. Metodologia

Para definir a metodologia utilizada é necessário ordenar o raciocínio e as técnicas. O método representa muito mais uma atitude do que propriamente um conjunto de regras prontas e acabadas para resolver qualquer tipo de problema, ou seja, a melhor forma de investigar, de buscar soluções para os problemas ditos científicos está no estudo e na aplicação dos modelos de pesquisa que já tenham consistência teórica e prática.

No entanto não existe um só método, mas métodos variados podem ser adotados ou até mesmo criticados pelos pesquisadores.

A aplicação de métodos científicos implica em oferecer transparência e objetividade na investigação, que, assim, poderá ser submetida à verificação, uma vez que explica com clareza os critérios metodológicos adotados.

Tipos de métodos científicos são considerados a partir de formas de organização do raciocínio podendo ser classificado em métodos indutivo, dedutivo, dialético e comparativo. O método utilizado neste projeto é o comparativo, que visa efetuar uma comparação entre pessoas, coisas, situações, conceitos e idéias. Então, a comparação traduz a idéia de confrontação. A comparação promove exames simultâneos para que as eventuais diferenças e semelhanças possam se constatadas e as devidas relações estabelecidas.

4.1 Área de Estudo

A China possui 1,3 bilhões de habitantes, equivalente a um quinto da população da terra.

Nos últimos 27 anos a China lidera o ranking de crescimento global com uma média de 9,6 % ao ano, o que não é uma cifra abstrata, mas visível em conglomerados imobiliários gigantescos (“... estavam sendo levantados dez prédios, a atividade era ininterrupta e varava a

noite com ajuda de holofotes acoplados aos guindastes” (pg17, Claudia Trevisan)) que se erguem em poucos meses, na geografia mutante, na construção de estradas, nas zonas industriais e no movimento incessante de navios de carga nos rios. No ano de 2004 o PIB cresceu 10,1 % ao ano e atingiu o valor de US\$ 2 trilhões. No ano seguinte, 2005, o PIB cresceu 9,9%, o que o elevou para US\$ 2,26 trilhões.

A mesma economia que abominou a burguesia, o capitalismo e o ocidente durante a Revolução Cultural (1966-1976) absorveram sem resistências a economia de mercado e o consumo, depois que o Partido Comunista decidiu iniciar reformas e se abrir ao exterior, em dezembro de 1978.

“Chineses que hoje têm quarenta anos passaram a infância em um país onde o coletivismo imperava o uniforme azul de Mão-Tsé_tung dominava o guarda roupa, a comida era racionada e as bicicletas ocupavam as ruas. Chegaram a uma China que venera grifes ocidental, reconhece a propriedade privada e é um dos destinos de investimentos principais de multinacionais de países ricos...” (pg24, Claudia Trevisan).

O fascínio com a revolução econômica é ofuscado pela resistência do governo em implementar reformas políticas. A China que desenvolve o liberalismo econômico retrocede na política por um Estado que persegue dissidentes, pratica censura, controla manifestações (religiosos, políticas, sociais e econômicas) e é subordinada por um partido único.

Depois de um século no qual a China foi invadida por potências como o Japão durante duas guerras (1894-1895) e (1937-1945) e Inglaterra com a guerra do Ópio (1839-1842), viveu em 1911 uma revolução que pôs fim a dois mil de império, enfrentou guerras civis e uma nova revolução em 1949. Nesta, a fomentação da estrutura é buscada a qualquer preço. O Partido Comunista persegue um crescimento vigoroso, estabilidade e unidade nacional. É o trinômio que orienta as decisões dos dirigentes do país: continuar a usar com rigor o planejamento estatal junto com a abertura econômica.

O novo rumo ficou claro quando a Coca-Cola foi autorizada a vender seus produtos na China. Entre 1980 e 2005, a China foi destino de US\$ 620,3 bilhões. Em 2004 foram 60,6 bilhões.

A China é chamada hoje de “fabrica do mundo”. Cerca de metade das exportações chinesas são realizadas por empresas de capital estrangeiro que se instalam no país, atraídas por uma moeda sub-valorizada, mão de obra barata e abundante, estabilidade econômica e expansão do mercado consumidor interno. Esses fatores provocaram a vinda de grandes empresas para produção ou passaram a terceirizá-las por empresas locais.

Consciente de seu poder de atração sobre o capital externo, a China impõem regras aos investidores que pretendem instalar-se em seu território e exige sua associação com um parceiro local, além de transferência tecnológica. Mas nos últimos anos, as regras foram abrandadas em setores de menos interesse do Estado.

O comércio mundial é o palco de ascensão da China, onde sua influência se revela da maneira mais contundente. O dinamismo de suas transações externas fez com que o país chegasse, em 2004, ao terceiro lugar na lista de países com maior volume de trocas comerciais com o exterior.

Em 2004 a China ultrapassou mais de US\$ 1 trilhão em trocas comerciais com o exterior. O país vendeu US\$ 593,4 bilhões e comprou US\$ 561,4 bilhões. Em 2005, o fluxo de comércio com o exterior foi de US\$ 762 bilhões de exportações e US\$ 660 bilhões em importações, com um saldo recorde de US\$102 bilhões.

A natureza dos bens que a China exporta também mudou: a participação de produtos primários caiu de 54% em 1978 para 7,6% em 2004, enquanto os bens industrializados subiram de 46% pra 92%. A China envia ao restante do mundo produtos de alto valor agregado e com mão de obra especializada.

Xangai, a maior cidade do país com 17 milhões de habitantes, iniciou sua acessão em 1985 quando foi aberta ao investimento estrangeiro. Até 1990, a região onde está o bairro Pudong era totalmente agrícola, ocupada por plantações, mangues e criação de animais. Através de um minucioso planejamento do Partido Comunista para transformar essa região em grande estrela da nova economia de mercado, essa área ganhou a característica de Zona Econômica Especial e se transformou em um dos mais poderosos imãs de atração de investimentos na China, especialmente em alta tecnologia, representada por grandes ícones do capitalismo, da *Hewlett Packard* à *General Motors*.

4.1.1. População e mão de obra

A população da China em 1949 era de 542 milhões de habitantes. Com a Revolução Comunista e o estímulo dado por Mão-Tsé tung relacionando crescimento populacional com fortalecimento do país, a população do ano de 1969 atingia o nível de 807 milhões de habitantes.

A maioria da população (58%) que vive na zona rural não se beneficiou com a expansão econômica a partir de 1979. Isso se reflete na disparidade de renda entre a região urbana e rural. A renda média no país em 2004 foi 1300 dólares ao ano, refletindo na desigualdade entre a região urbana e rural enquanto em Xangai a renda média é de 7200 dólares em Guizhou uma zona rural a renda média anual é de 550 dólares (Tabela 1).

Tabela 1 – Renda per capita da população da China.

População em porcentagem	Renda Dolares
10%	acima de 1501
13%	entre 901 e 1500
30%	entre 731 e 900
47%	menos de 730

Fonte: revista Veja, 2006

Esse desequilíbrio também é representado pelo índice de Gini, utilizado para medir a disparidade existente numa mesma população. Entre 1991 e 2004, o indicador passou de 0,28 para 0,44. Mesmo assim está distante do Brasil, que tem índice de 0,54.

Entre os pobres da China estão os camponeses residentes principalmente no oeste do país que na busca de melhores condições realizam o maior processo de urbanização da história. Em 1978, apenas 18% dos chineses viviam nas cidades, o que correspondia a 172 milhões de habitantes. Em 2004 o percentual da população urbana havia atingido 42%, o equivalente a 542 milhões de habitantes. Um contingente estimado em 130 milhões de trabalhadores sobra no campo e têm de vagar pelo país em busca de emprego. Esse grupo tem pouca escolaridade e está disposto a trabalhar por baixos salários e condições precárias, sendo um dos pedestais para que ocorra o “milagre chinês”; um exército de mão de obra abundante e barata.

“Os canteiros de obras das cidades são ocupados por migrantes rurais que trabalham seis dias na semana com um salário mensal que varia de US\$ 50 a US\$ 100. A cada mês, recebem uma quantia suficiente para as despesas básicas como alimentação, e só são remunerados pelo trabalho no fim de um ano de contrato”.

4.1.2 A moeda chinesa: o Yuan

O tamanho da população e os baixos salários explicam muito do sucesso chinês, mas fatores como estabilidade econômica e maior competitividade do produto proporcionou uma maior segurança para o investidor externo.

Durante onze anos, o valor da moeda nacional, o yuan, foi atrelado ao dólar e variou dentro de uma banda cambial de 8,276 a 8,28 yuans por dólar. Uma moeda sub-valorizada, permite a produção de bens num valor bem menor do que a produção desses bens em outros

países. O modelo foi alterado em junho de 2005 quando o Banco do Povo da China passou para um regime que não era vinculado ao dólar, mas a uma cesta de moedas, passando a ter uma maior margem de flutuação.

Também foi permitida uma singela valorização de 2,11%, o que elevou a cotação da moeda a 8,11 yuans por dólar.

4.1.3 Os Consumidores

Outro fator que proporciona o “milagre chinês” é o crescente mercado consumidor (imobiliário, bens duráveis, bens não duráveis e serviços), viabilizando a entrada de novas empresas no país, no intuito de entrar nesse mercado.

O governo estima que há no país 73,6 milhões de famílias com rendimentos anuais superior a 26,6 mil yuans (US\$ 3220).

Esta nova China tem endereço certo: ela é representada pela classe média emergente que vive nas cidades da costa leste do país como Pequim, Xangai, Shenzhen, Nanquim ou Ganazou.

A maioria dos compradores de imóveis busca um meio de investimento, já que o mercado acionário e o sistema financeiro são incipientes. Os bancos financiam até 80% do valor do imóvel, em prazos de até vinte anos com juros 6% a.a.

Este intenso processo de urbanização na construção de conglomerados de prédios alimentam em tempo recorde uma febre imobiliária que muitos consideram uma possível “bolha”.

Enquanto em 1978 os moradores da cidade destinavam em média 58% do que ganhavam à compra de mantimentos, esse índice caiu para 38% em 2004. No campo esse percentual passou de 68% a 47% no mesmo período. Com esse maior poder aquisitivo, possibilitou aos chineses um consumo maior de carros, imóveis, TVs, DVDs, celulares..

“A entrada de 1,3 bilhões de chineses no universo do consumo terá impacto em todo o mundo com o aumento da demanda do país por energia e matérias-primas e da produção local de lixo e gases poluentes”.

4.1.4. O Partido Comunista (estabilidade)

O Partido Comunista da China está no poder desde 1949 e, com 68 milhões de integrantes, está presente em todas as instituições da sociedade chinesa. Não há pluralidade partidária e nem alternância de poder, apesar de existirem mais oito partidos.

Integrar o quadro do partido é visto como um caminho de acesso social. Muitos estudantes e empresários filiam-se ao partido no intuito de obter retornos financeiros.

Os princípios do partido estão integrados com a teoria marxista-leninista e a teoria de Mao-Tsé tung. Preocupados com o avanço dos valores ocidentais, em 2005 iniciou-se uma campanha que obriga todo funcionário público e membro do partido a cursar, durante seis meses, a teoria marxista.

A máquina de propaganda tem o poder quase total sobre a imprensa e a opinião pública, fundamentais na estratégia para a formação de opinião. “Aulas de política são obrigatórias e sempre enaltecendo o poder comunista” (Claudia Trevisan, pg?).

O Diário do Povo, fundado em 1948, é o principal veículo de propagação do pensamento comunista. O Diário do Povo tem seu título, escrito à mão por Mão-Tse-tung, estampado até hoje na capa o jornal (tiragem de três milhões de cópias).

Apesar de sua presença massiva, o partido é comandado por nove integrantes do Comitê Permanente do Bureau Político Comitê Central, o Politburo, entre os quais estão o presidente e o 1º ministro do país.

O partido tem um intenso processo interno de discussão e um mecanismo de eleição e nomeação que permite a acesso de seus filiados na estrutura interna do poder, uma trajetória

realizada por todos os membros da cúpula do partido. O Presidente Hu Jintao entrou no partido em 1964, com 22 anos. Entre 1965 e 1968 foi instrutor político na Universidade Qinghua onde cursou engenharia. Nos anos seguintes ocupou diferentes cargos no partido e no governo. Entre 1985 e 1992 foi secretário geral do partido nas províncias do Tibete e Guizhou e em 1993 passou a integrar o Comitê Permanente do Politburo.

Os nove membros do Comitê Permanente Politburo são auxiliados por uma série de institutos de pesquisa que através de estudos econômicos e sociais buscam soluções para o desenvolvimento contínuo do país. Entre essas instituições estão a Academia Chinesa de Ciências Sociais e o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento.

Mão-Tse-tung e Deng Xiaoping, representantes das duas primeiras gerações de comandante do país, participaram da organização e criação do partido nos anos vinte e lutaram na guerra civil até 1949. Ambos exerceram o poder de forma populista e ditatorial comandando todos em um modelo linear.

Desde o início dos anos 90 o país é comandado por tecnocratas que tiveram pouca participação na guerra revolucionária e que se enquadram nas decisões do colegiado. Jiang Zemin (1993-2003) Hu Jintao (2003- atual).

“O processo de transformação do país foi iniciado e é conduzido com mãos de ferro pelo Partido Comunista” (Claudia Trevisan, pg 79). “Mas a retórica da luta de classes foi abandonada em favor da construção de uma sociedade harmoniosa”.(Claudia Trevisan, pg81).

Segundo Claudia Trevisan, a dissociação do liberalismo econômico do liberalismo político permite a implementação de uma sociedade de consumo sem as instituições tradicionais de países capitalistas, com separação de poderes, eleições e liberdade, batizada de economia socialista de mercado.

4.2 Dados utilizados

Utilizaram-se, neste trabalho, as cotações diárias do *yuan*/dólar no período de 01/01/1980 a 14/04/2006.

4.3 Análise de dados

A análise de dados foi realizada através do programa CDA que, entre outras coisas, avalia se um conjunto de dados apresenta ou não o modelo do triângulo de Sierpinski.

Inicialmente, verificou-se o comportamento das cotações diárias no período de 01/01/1981 a 14/04/2006. Um segundo passo foi verificar o comportamento das cotações diárias no período de 29/12/2000 a 14/04/2006. O terceiro passo foi avaliar o comportamento das cotações entre 29/12/2000 e 21/07/2005, data anterior à mudança da política monetária da China em relação ao *yuan*.

O quarto passo foi reduzir o banco de dados em torno de 100 cotações diárias a partir de 01/01/1981 e verificar o comportamento em relação ao modelo do triângulo de Sierpinski. Nos passos seguintes foram feitas reduções sucessivas no banco de dados, cada uma em torno de 100 valores, e sempre a contar da data mais antiga.

O último passo foi avaliar o comportamento das cotações diárias do *yuan* com as reduções anteriores no banco de dados e com a eliminação das 100 cotações mais recentes, agora referentes à nova política para a moeda chinesa.

5. Resultados

Na Tabela 2 apresentamos uma relação dos passos e dos grupos de dados analisados pelo programa CDA.

Tabela 2 – Grupos de dados analisados pelo CDA, China.

Passo	Data	Número de informações	Passo	Data	Número de informações
1	1/01/81 a 14/04/06	6292	16		5003
2	29/12/00 a 14/4/06	1328	17		4899
3	29/12/00 a 21/07/05	1144	18		4799
4		6195	19		4699
5		6095	20		4599
6		5995	21		4499
7		5893	22		4399
8		5803	23		4299
9		5704	24		4199
10		5605	25		4099
11		5505	26		3999
12		5405	27		3898
13		5302	28		3798
14		5202	29		3901
15		5102			

Na Figura 14 apresentamos o “IFS compliness test” para o agrupamento de dados referente ao primeiro passo (período 1/01/1981 a 14/04/2006). Nas Figuras 15 e 16 temos os “IFS compliness test” para, respectivamente os períodos de 29/12/2000 a 14/04/2006 e 29/12/2000 a 21/07/2005.

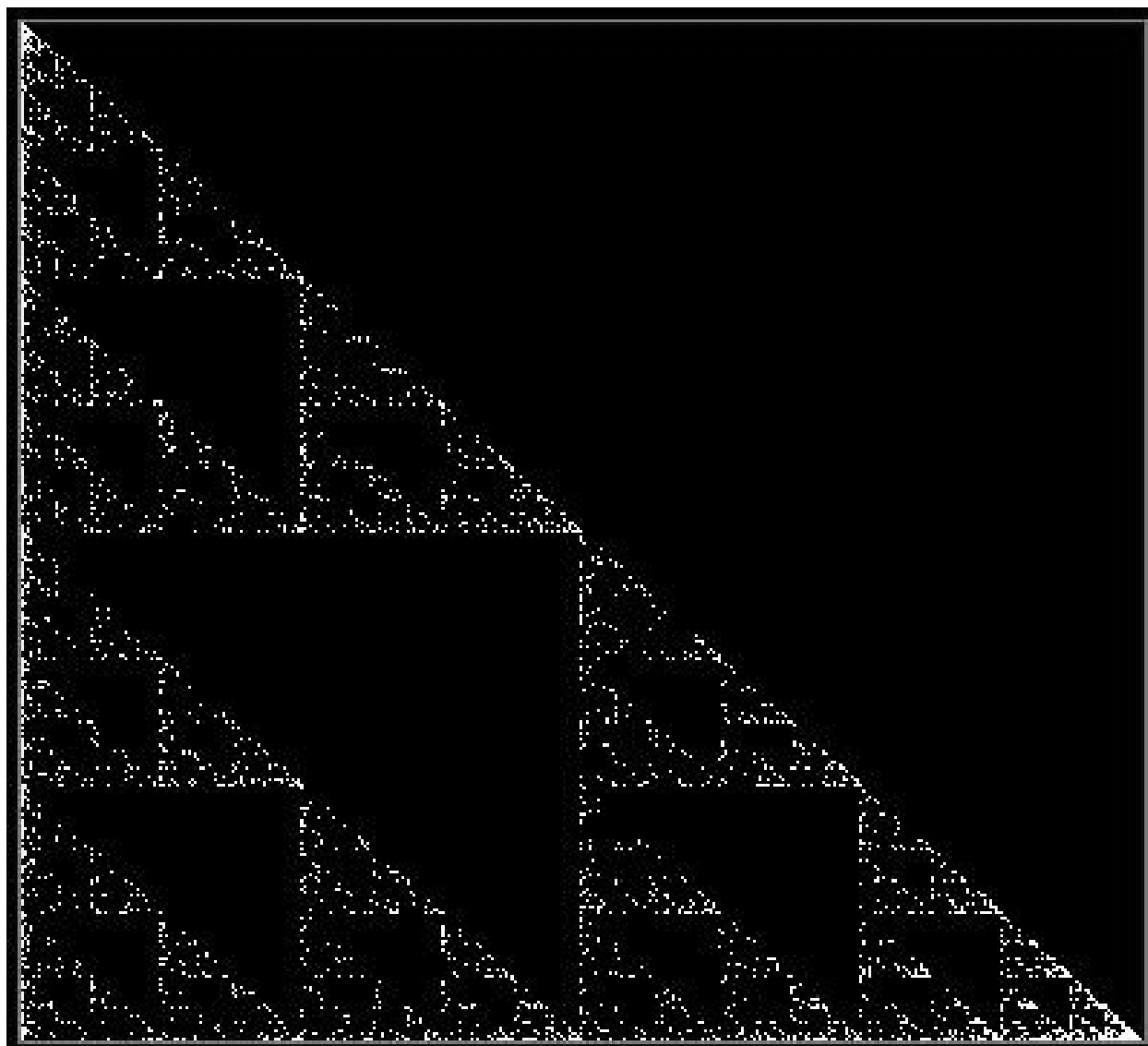


Figura 14 – IFS compliness test correspondente ao passo 1.

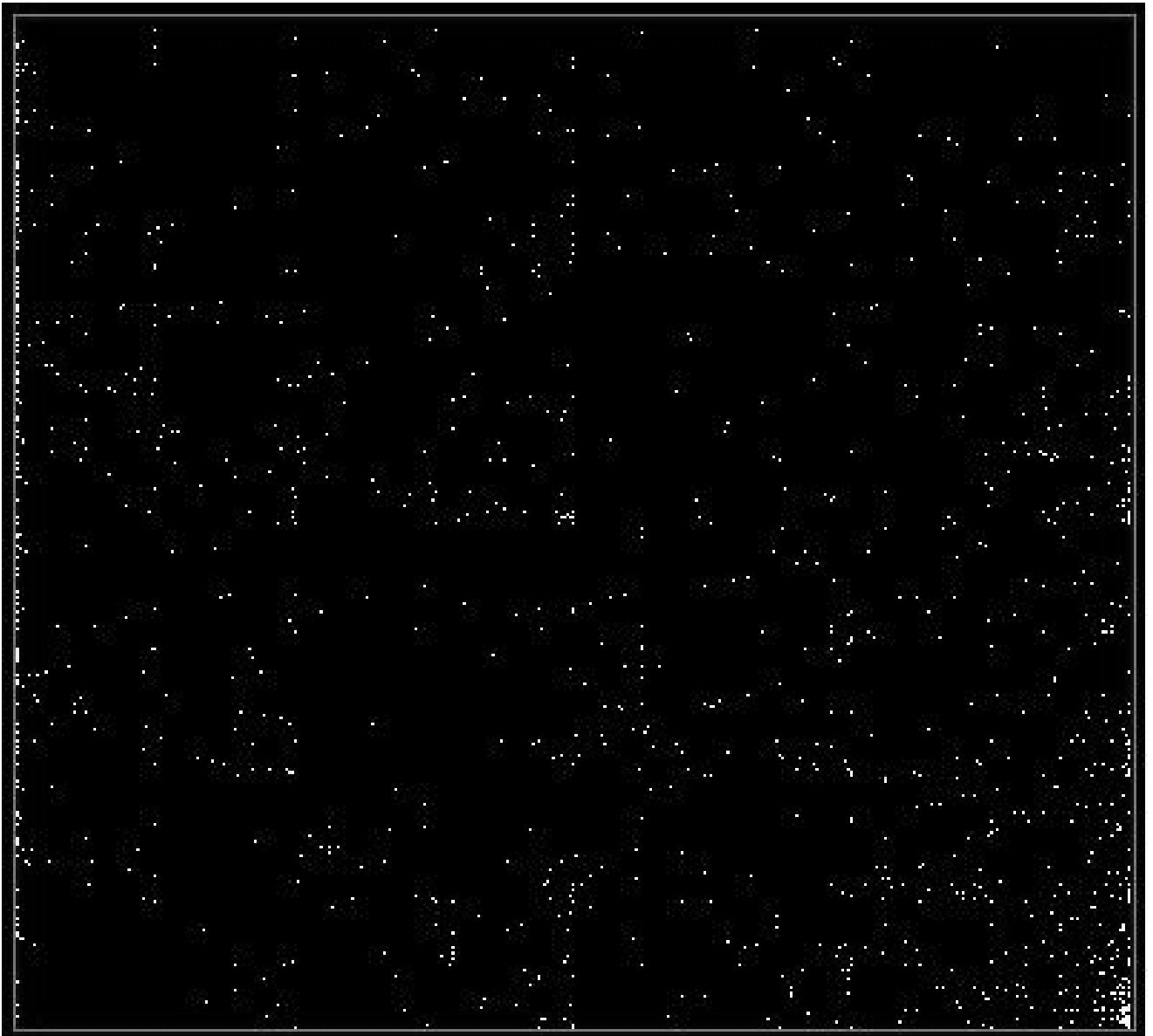


Figura 15 – IFS compliness test para o grupo de dados referente ao passo 2.



Figura 16 – IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 3

Nas Figuras 17 a 41 são apresentados os passos 4 a 28. Na Figura 42 é apresentado o último passo referente a avaliação com a retirada das 100 cotações mais recentes.

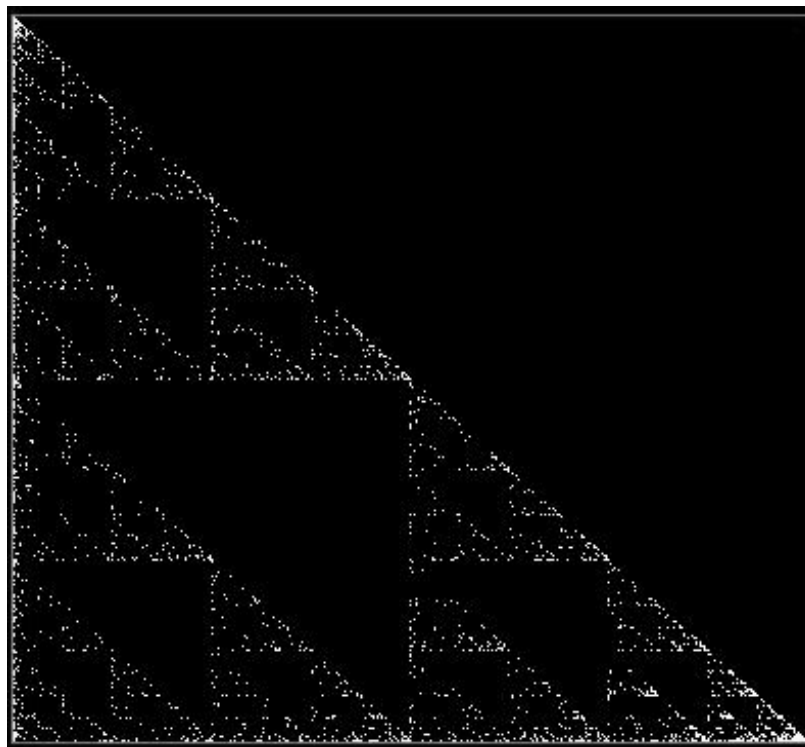


Figura 17 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 4.

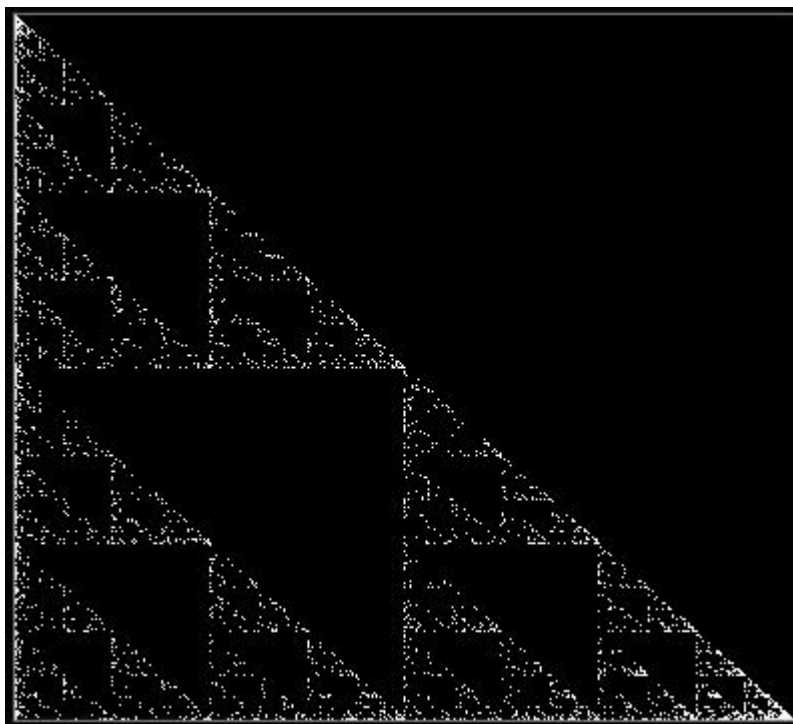


Figura 18 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 5.

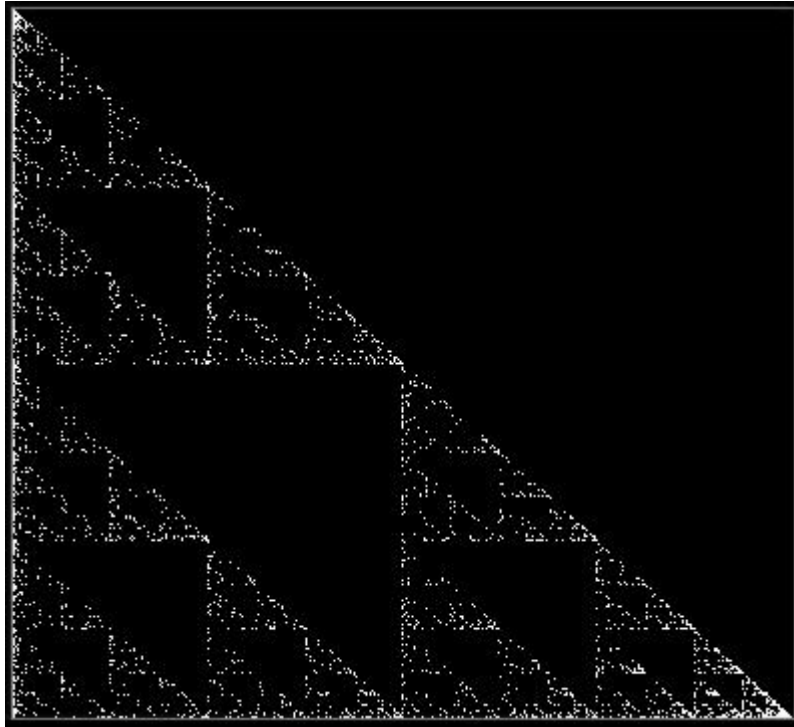


Figura 19 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 6.

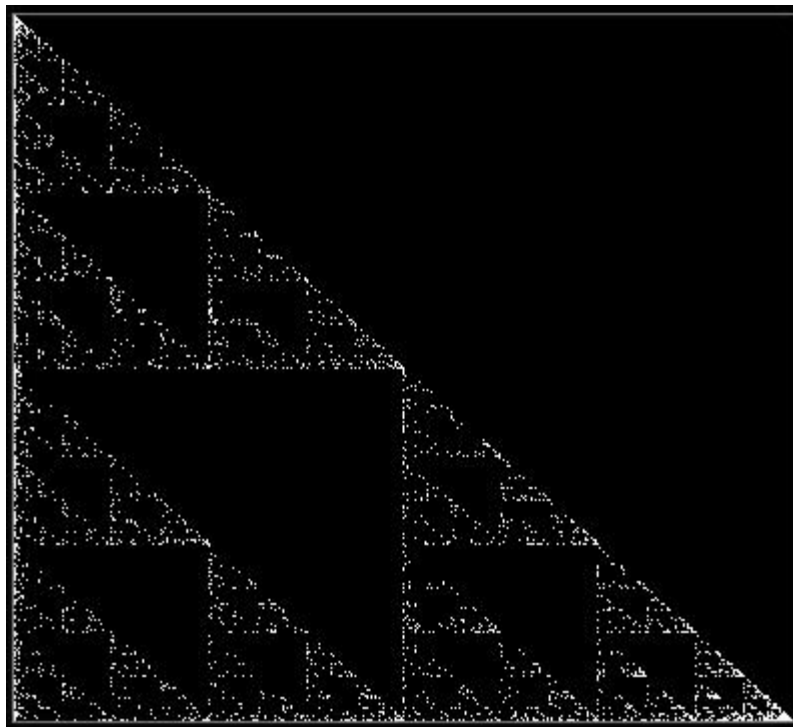


Figura 20 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 7.

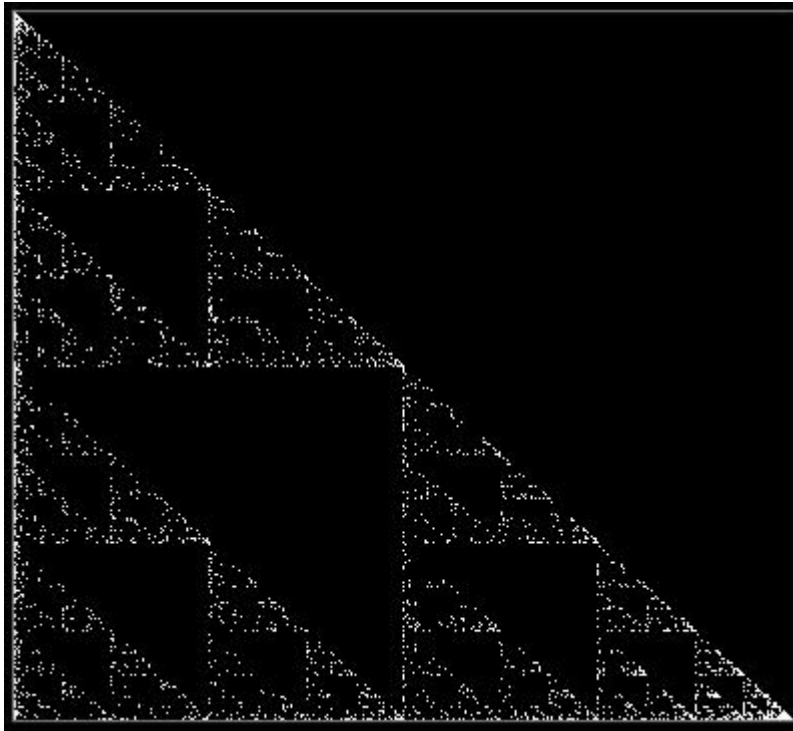


Figura 21 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 8.

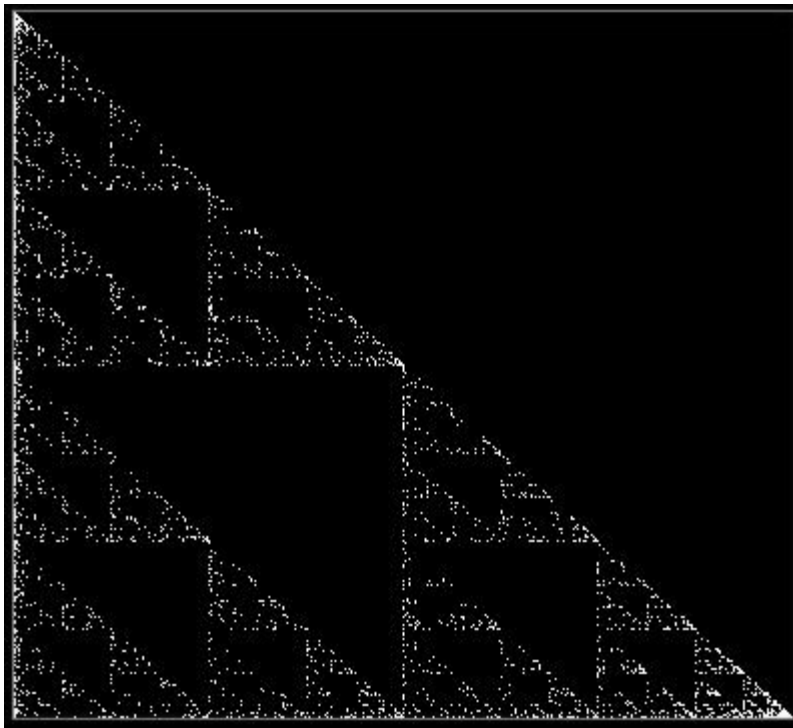


Figura 22 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 9.

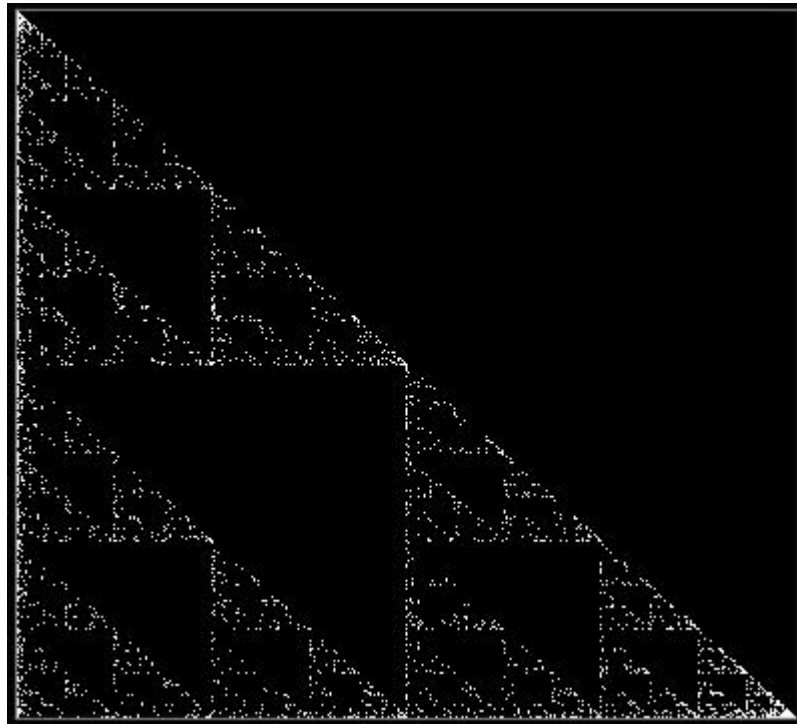


Figura 23 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 10.

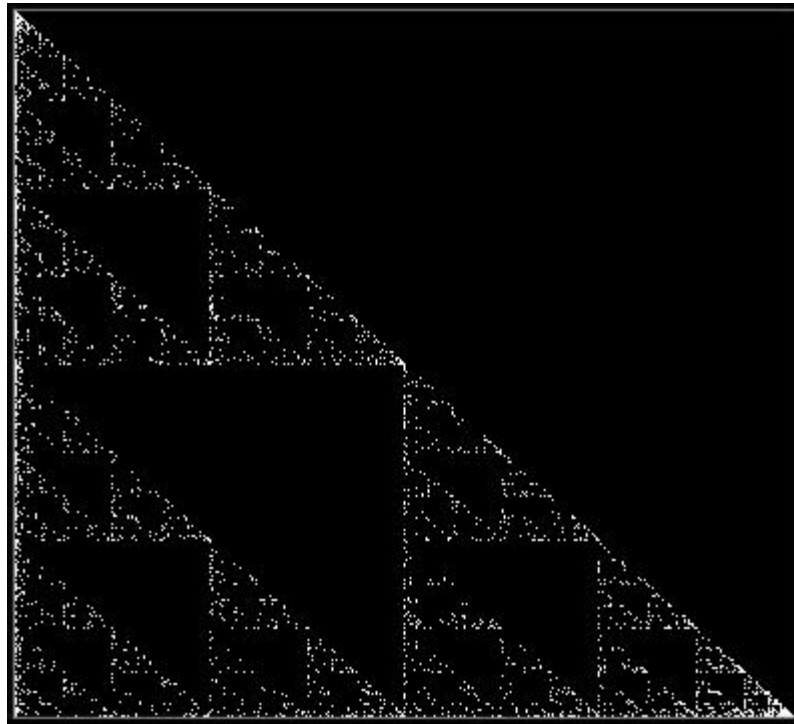


Figura 24 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 11.

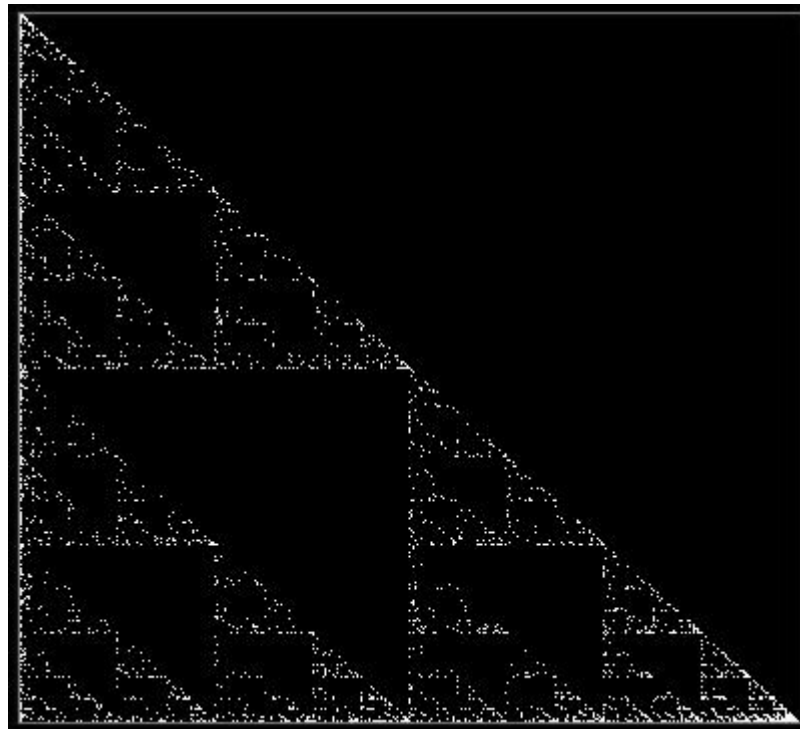


Figura 25 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 12.

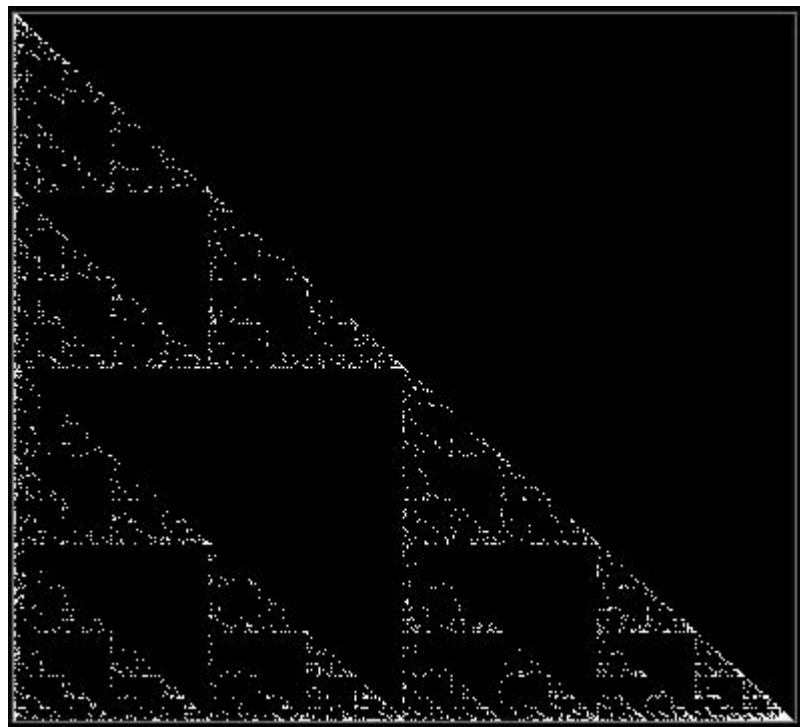


Figura 26 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 13.

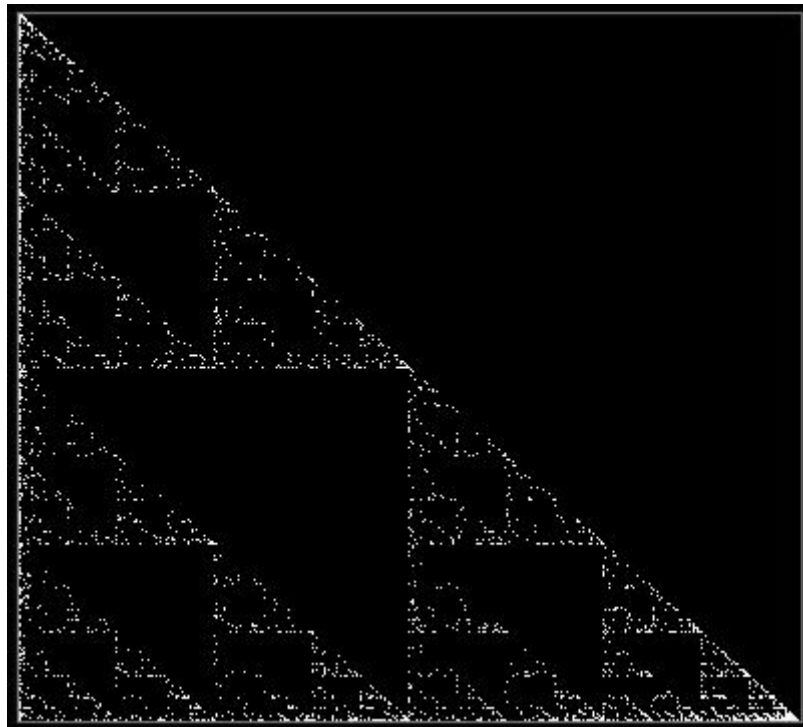


Figura 27 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 14.

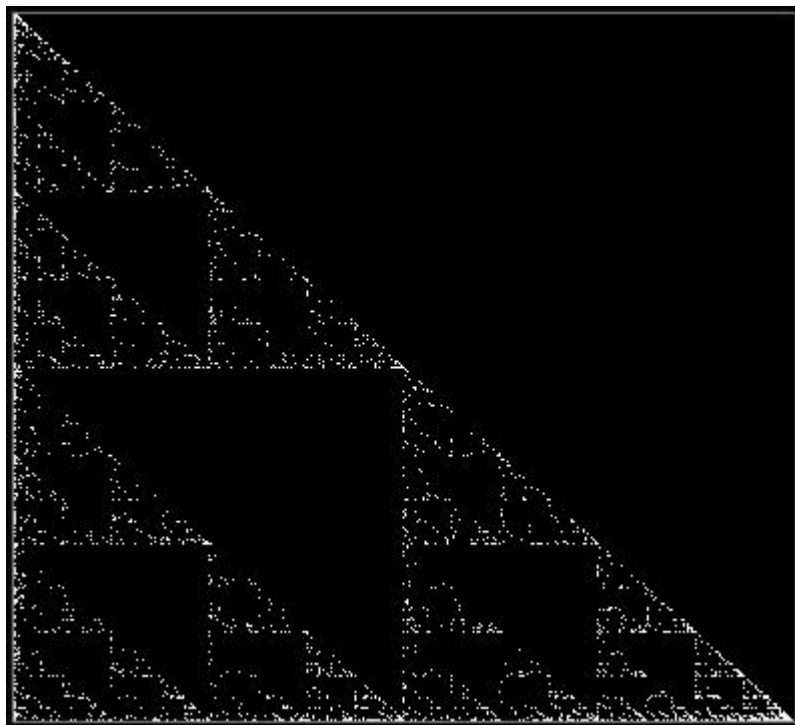


Figura 28 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 15.

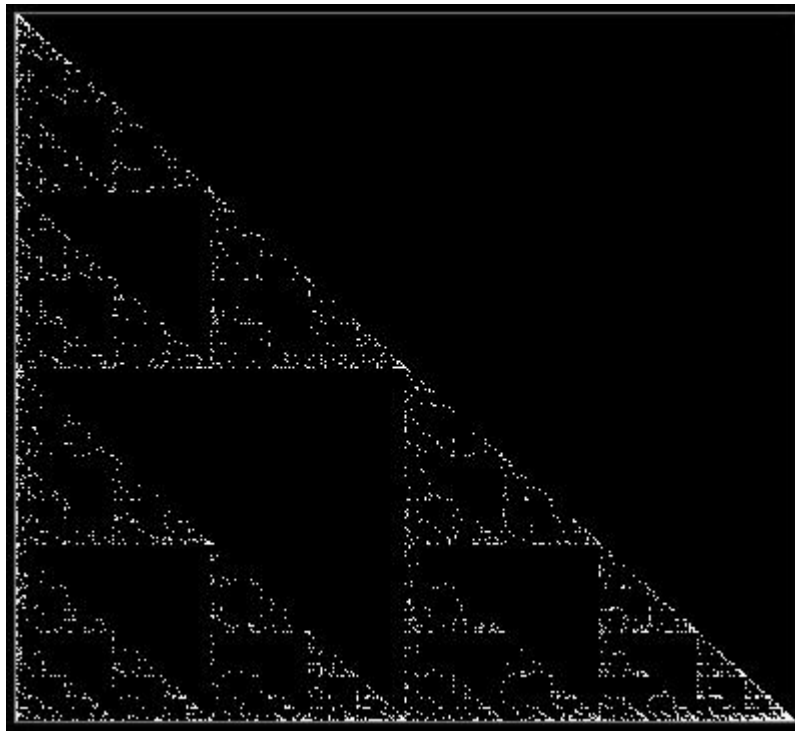


Figura 29 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 16.

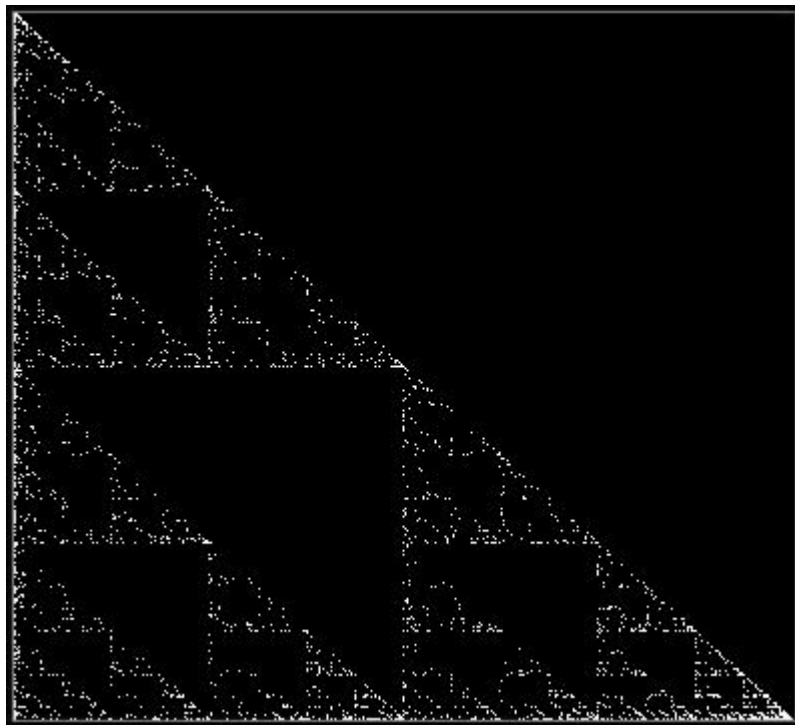


Figura 30 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 17.

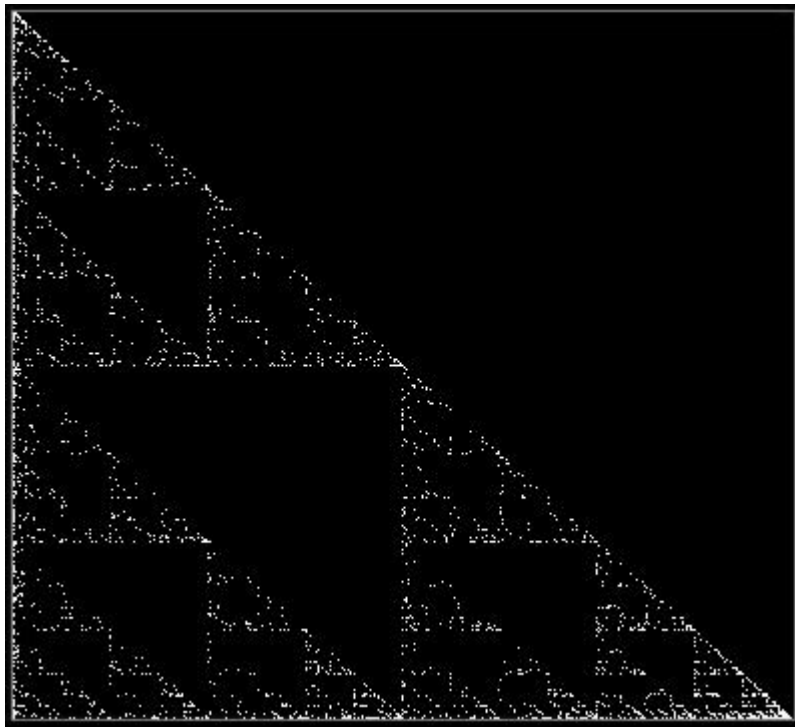


Figura 31 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 18.

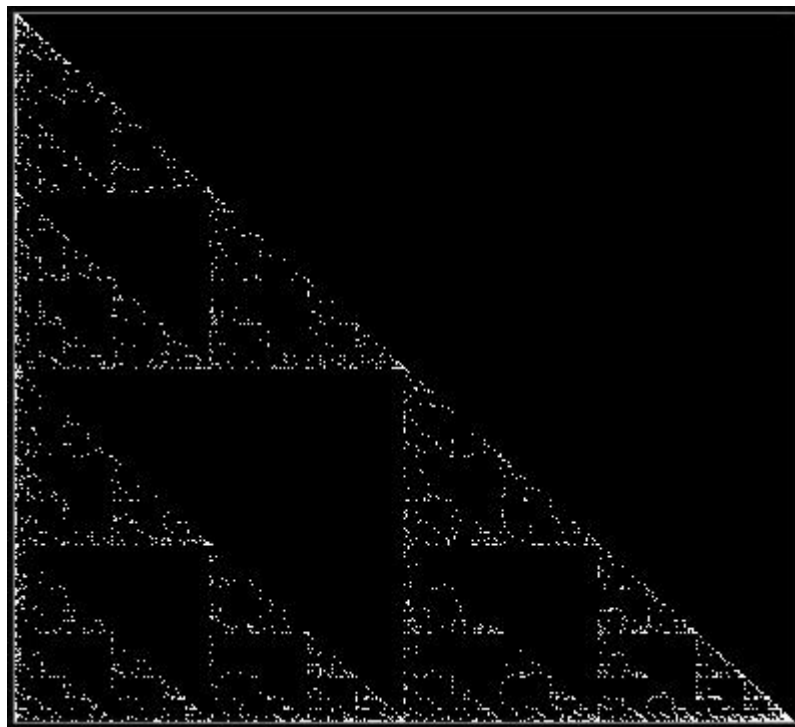


Figura 32 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 19.

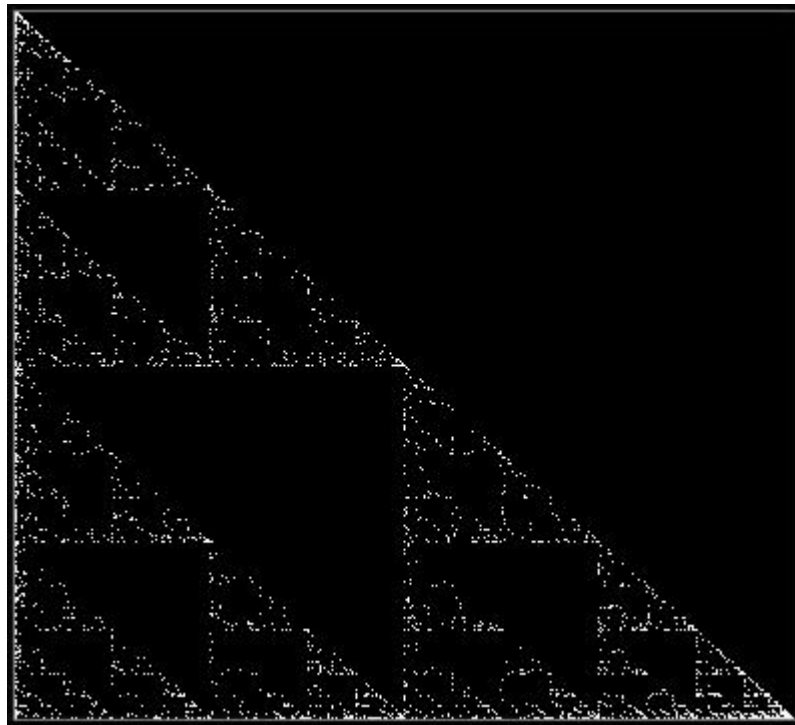


Figura 33 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 20.

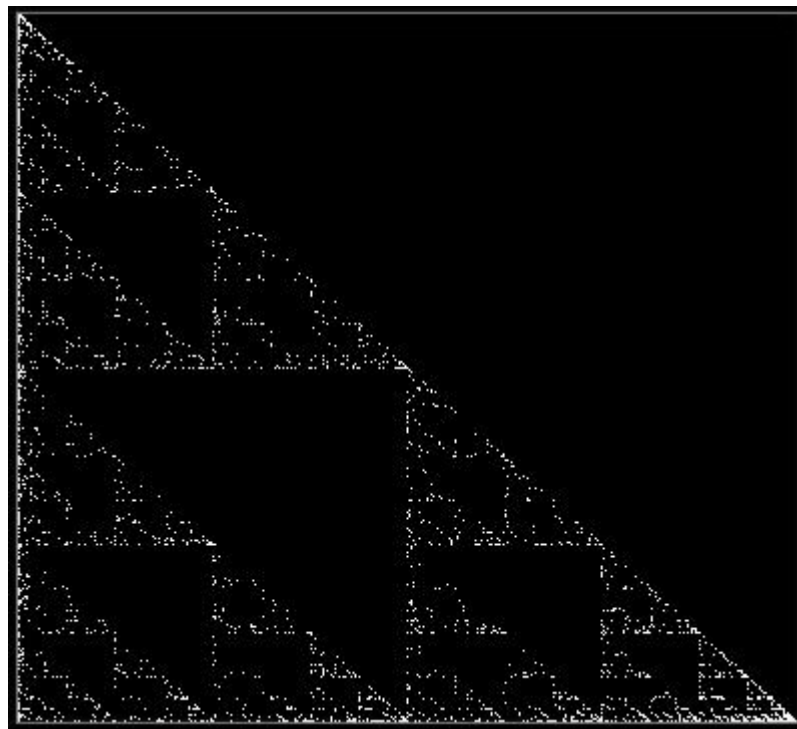


Figura 34 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 21.

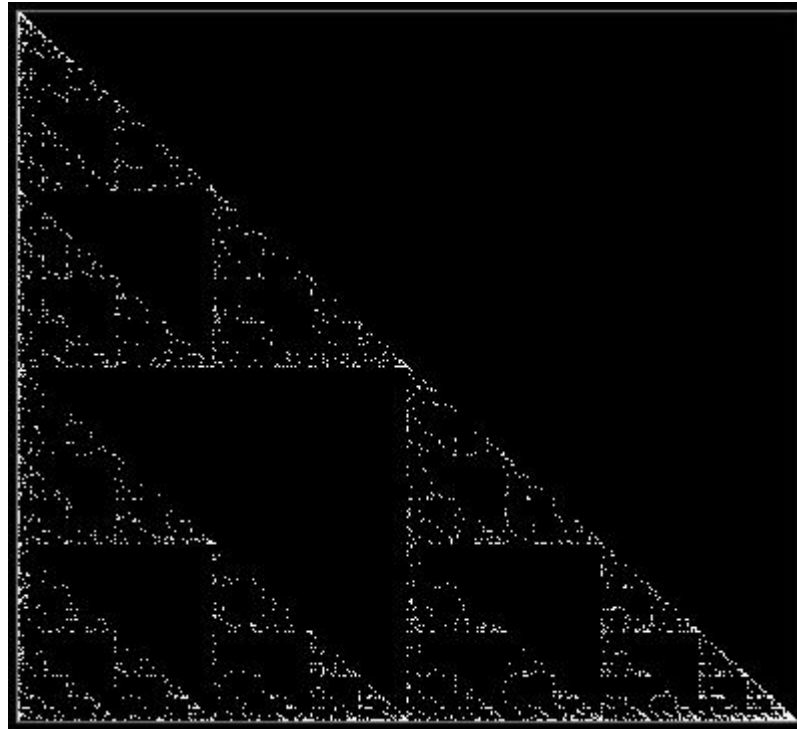


Figura 35 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 22.

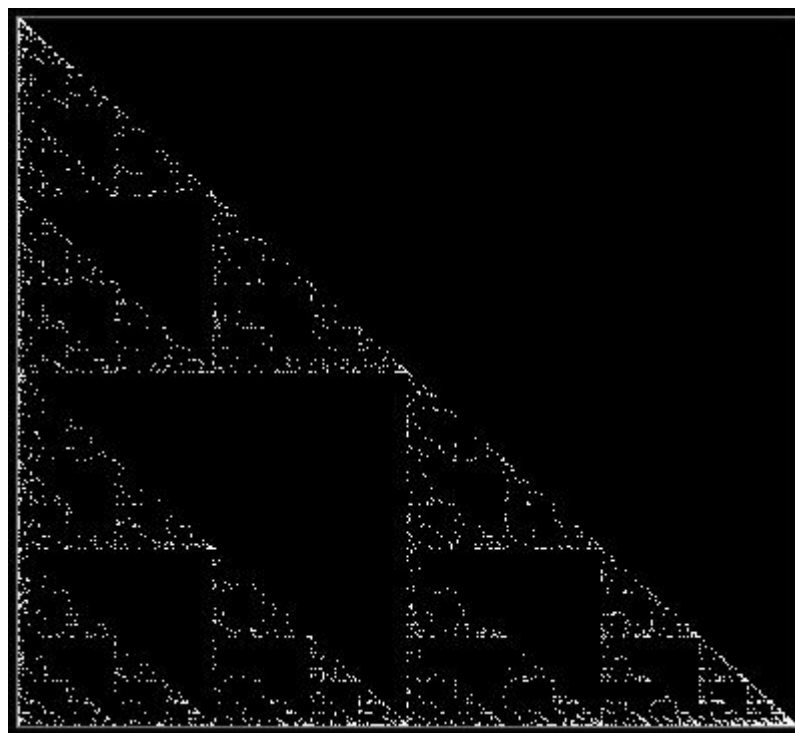


Figura 36 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 23.

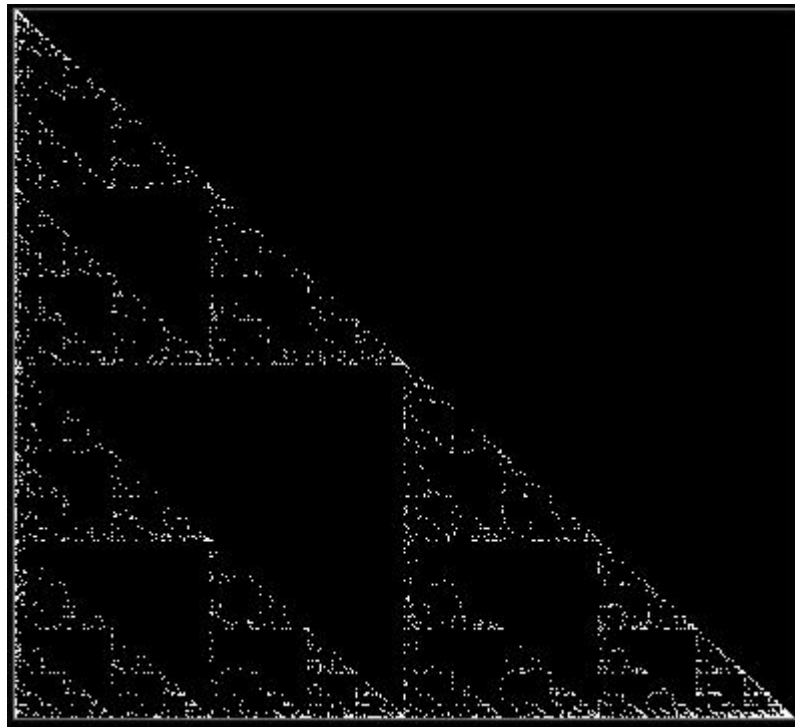


Figura 37 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 24.

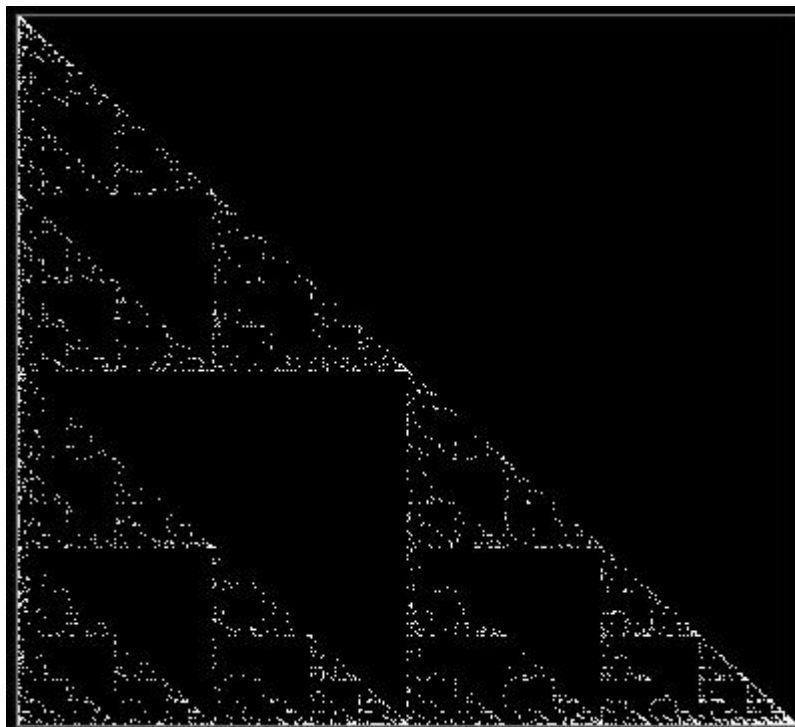


Figura 38 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 25.

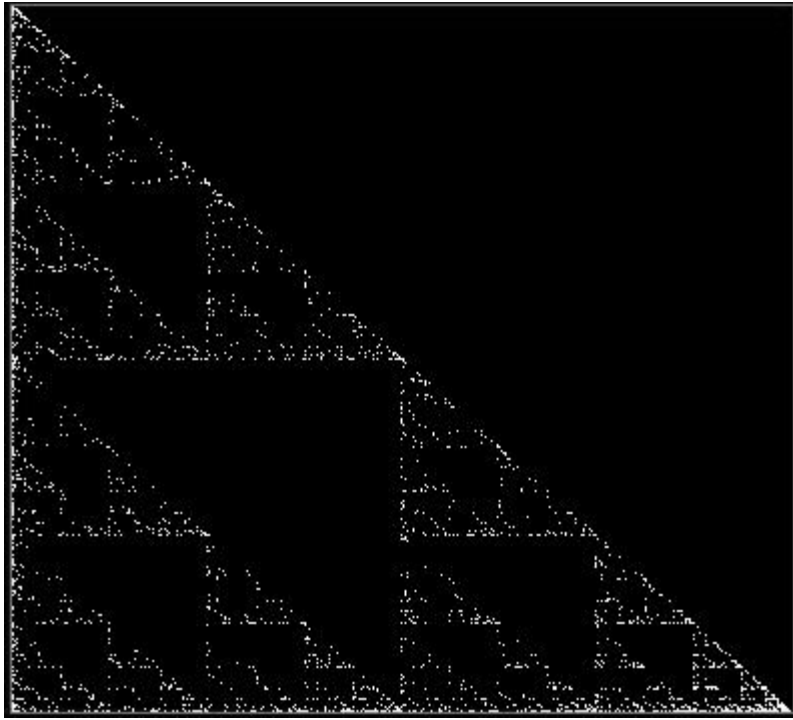


Figura 39 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 26.

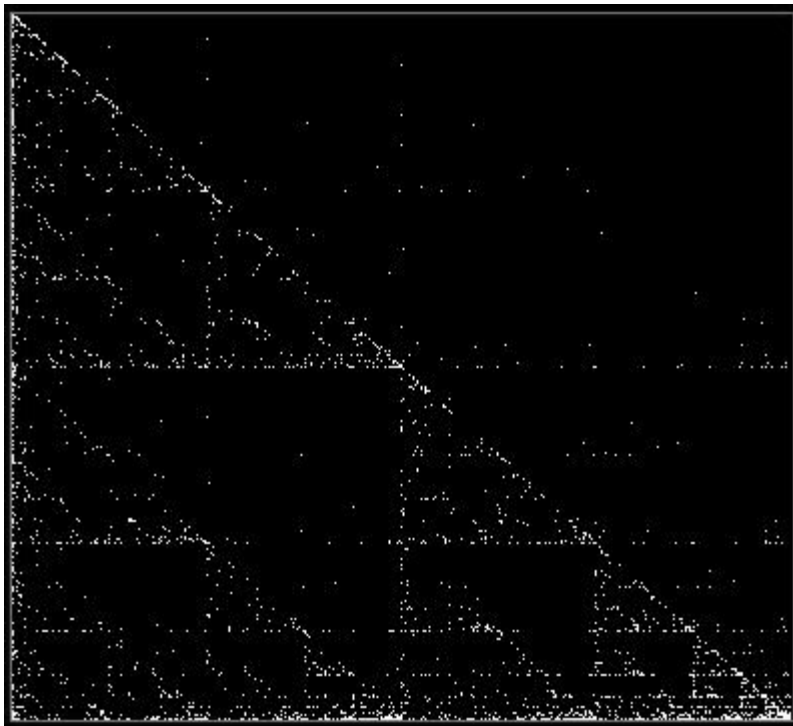


Figura 40 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 27.

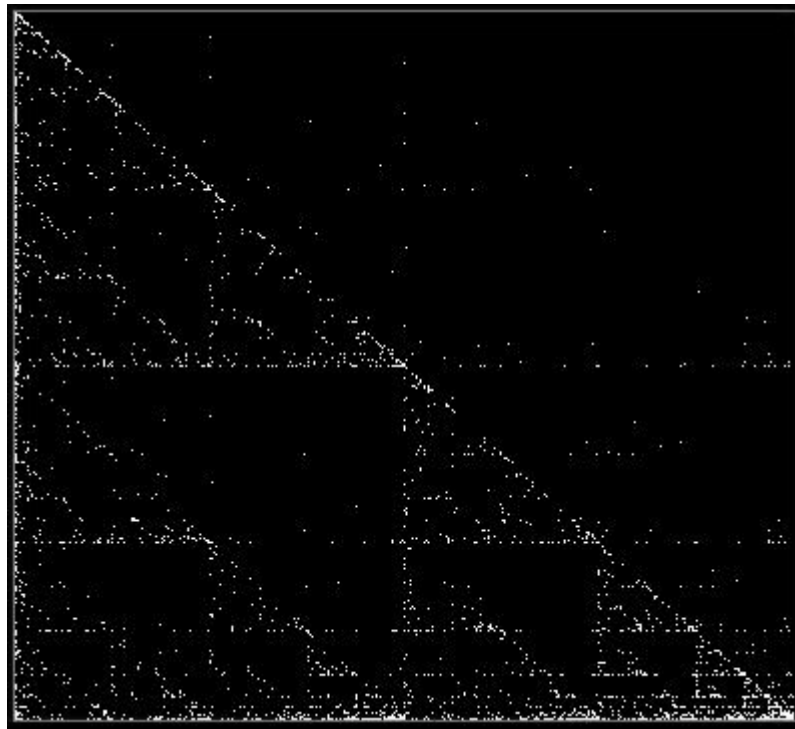


Figura 41 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 28.

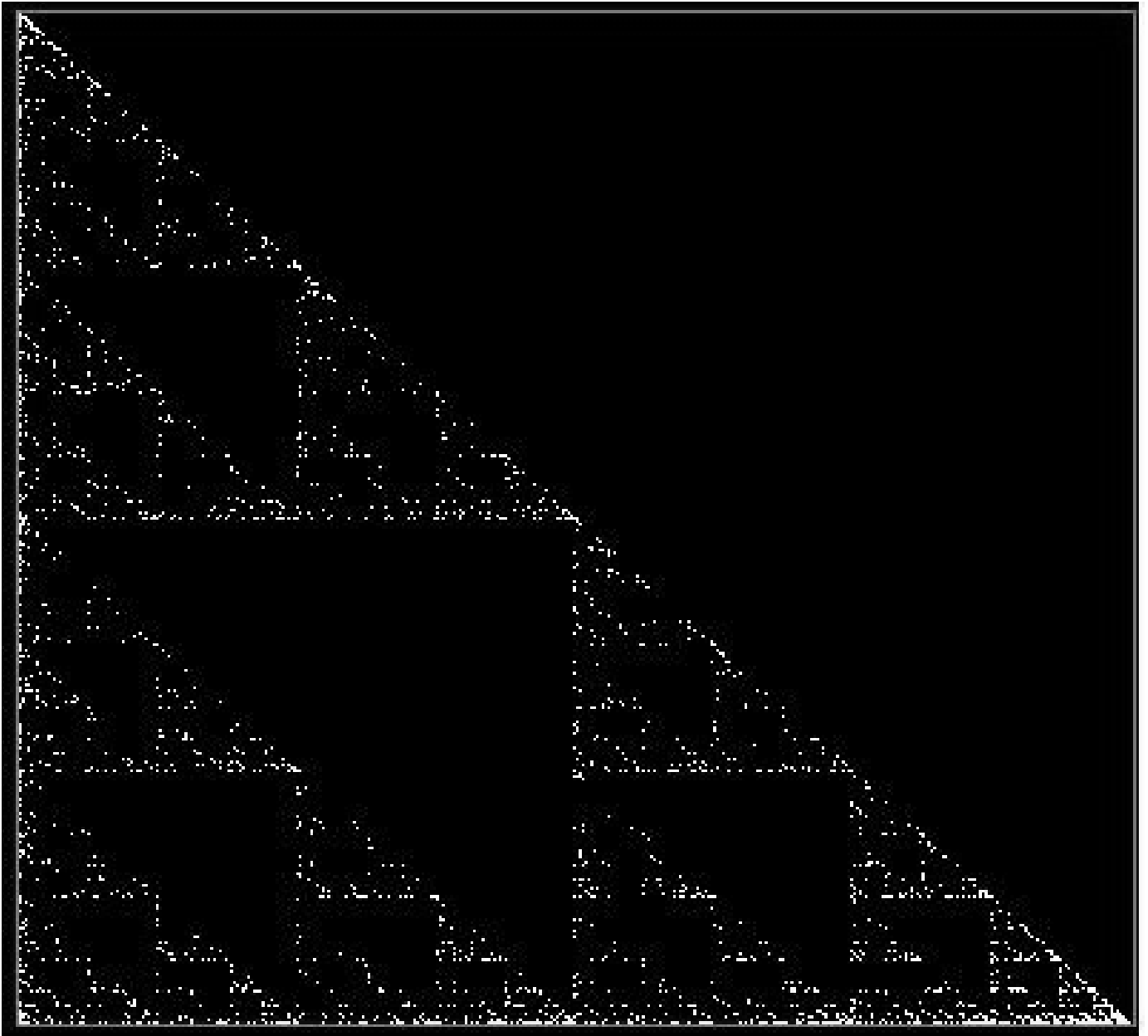


Figura 42 - IFS compliness test para o agrupamento de dados referente ao passo 29.

6. Discussão

Na Figura 16 temos o triângulo de Sierpinski encontrado a partir dos dados de 01/01/1981 até 14/04/2006, num total de dados 6292, incluindo neste dados as cotações no período após a mudança de política da taxa cambial (22/07/2005). Pode haver duas explicações para o fato do triângulo ter se mantido, a primeira é que não haveria relação entre o triângulo de sierpinski e a variação da taxa de cambial e a segunda é que o número de cotações após a mudança da taxa cambial não seriam suficiente para alterar o formato do triângulo.

A partir da consideração da segunda suposição sendo como verdadeira, foram obtidos os resultados apresentados nas Figuras 17 e 18, nestes casos, os números de dados foram diminuídos para verificar qual a influência das reduções no modelo esperado, isto é, o triângulo deveria aparecer na Figura 18 e não na Figura 17. Ele não apareceu em ambas das Figuras, provavelmente, pelo número reduzidos de informações.

Uma pergunta foi feita: A partir de que ponto os dados atuais poderiam influenciar o resultado do triângulo de Sierpinski?

A resposta desta pergunta foi obtida pela diminuição sucessiva do número de registros, conforme explicado na metodologia, para verificar em que momento os dados referente a mudança atual(a partir de 22/07/2005), passariam a interferir no comportamento do triângulo.

As Figuras de 19 a 39 apresentam ou nenhuma ou pequenas alteração no formato do triângulo sem contudo aparecerem pontos dispersos, isto é, fora do triângulo. Este comportamento aparece nas Figuras 40 e 41 e mostram o momento a partir do qual, o triângulo passou a sofrer uma influência mais visível das mudanças ocorridas na taxa de câmbio(22/07/2005).

Ao se retirar as 100 informações mais recentes (Figura 42), ficou claro a relação dependente entre a cotação “flutuação controlada” do *yuan* e o triângulo de Sierpinski. Ao se fazer o processo inverso e retirar os dados mais recentes, o triângulo reapareceu em função da diminuição da influência dos dados com maior variabilidade.

7. Conclusões

Concluimos que é possível analisar a volatilidade da moeda da China com geometria fractal mais especificamente o programa IFS compliness test. O modelo de triângulo Sierpinski assemelha a variação da moeda da China apenas no período que a moeda tem menor volatilidade com um controle mais rígido. Após a reavaliação a moeda passa a ter um comportamento mais volátil e começa a perder as características do modelo do triângulo de Sierpinski.

8. Referencias bibliográficas

China. Revista Veja. Edição 1968 . **9 de agosto de 2006**

Federal Reserve. (Foreign Exchange Rates). Disponível em URL (<http://www.federalreserve.gov/releases/h10/Hist/>). Acesso em (2/2/2006).

Gleick J. A criação de uma nova ciência. Rio Janeiro: Campus, 1989

Enciclopédia Wikipedia. Disponível em URL <http://pt.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia>. Acessado em (04/04/2006).

Guedj D. O teorema do Papagaio. São Paulo: Companhia de Letras, 1999.

Hawking S. O universo numa casca de noz. São Paulo: Mandarim, 2001.

Krugman P, Obstfeld MR. Economia Internacional - Teoria Política -5º edição.

Mandelbrot BB. The fractal geometry of nature. New York: W. H. Freeman, 1983.

Matsushita R, Gleria I, Figueiredo A, Da Silva A. Fractal structure in the Chinese

Ruelle D. Acaso e caos. São Paulo: Editora UNESP, 1993.

São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2001.

Silva A. Economia internacional: uma introdução. São Paulo: Atlas, 1985.

Swokowski EW. 1926 - 2º edição. São Paulo: Makron Bopks, 1994.

Trevisan C. China: renascimento do império. São Paulo: Editora Planeta Brasil, 2006.

yuan-US dollar rate. Econ. Bulletin 2003; 7: 1-13.

Apêndice

Edward Lorenz continuando em sua pesquisa dos sistemas dinâmicos, elegeu três equações diferenciais que acabaram por ficar conhecidas como Equações de Lorenz para representar graficamente o comportamento dinâmico através de computadores.

- Equações de Lorenz:

$$\begin{cases} \dot{x} = 10(y - x) \\ \dot{y} = 28x - y - xz \\ \dot{z} = -(8/3)z + xy \end{cases}$$

Equação diferencial isto é, é uma equação cuja incógnita é uma função que aparece na equação sob a forma das respectivas derivadas. Uma **equação diferencial é linear**, se a substituição da função incognita por f resulta em uma afirmação verdadeira. Resolver uma equação diferencial linear significa achar todas as soluções. A resolução é explícita

$$Dy = (6x^2 + x - 5) Dx$$

Em relação a **equação diferencial não linear**, onde, na maioria os casos a solução não existe, por exemplo:

$$\left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)^3 - 2xy = 1$$